

ISSN 2072-8964

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1 (153) 2026

№ 1(153) 2026

Издается с 2002 года. Выходит 6 раз в год.

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ОГУ имени И.С. Тургенева)

**Главный редактор** – **Константинов Игорь Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Белгород)

**Редакционная коллегия**

Зам. главного редактора – **Коськин Александр Васильевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

**Аверченков Владимир Иванович** – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Брянский государственный технический университет (Брянск)

**Еременко Владимир Тарасович** – доктор технических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

**Иванников Александр Дмитриевич** – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, лауреат премий Правительства РФ в области образования за 1998 и 2008 гг., ФГБУН Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН (Москва)

**Кузичкин Олег Рудольфович** – доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Белгород)

**Подмастерьев Константин Валентинович** – доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, почетный работник науки и техники РФ, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

**Попков Юрий Соломонович** – доктор технических наук, профессор, академик РАН заслуженный деятель науки РФ, Институт системного анализа ФИЦ ИУ РАН (Москва)

**Раков Владимир Иванович** – доктор технических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

**Соколов Игорь Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, Институт прикладной информатики РАН, ВМК МГУ им. Ломоносова (Москва), ФИЦ ИУ РАН (Москва)

**Савина Ольга Александровна** – доктор экономических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Сдано в набор 09.02.2026 г.  
Подписано в печать 16.02.2026 г.  
Дата выхода в свет 19.03.2026 г.  
Формат 70x108 / 16

Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз. Цена свободная  
Заказ №29

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе  
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»,  
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Подписной индекс 15998 по объединенному каталогу  
«Пресса России»

на сайтах [www.ppressa-rf.ru](http://www.ppressa-rf.ru), [www.akc.ru](http://www.akc.ru)

Материалы статей печатаются в авторской редакции.  
Право использования произведений предоставлено авторами на основании п.2 ст. 1286 Четвертой части ГК РФ.

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенных ВАК для публикации трудов на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.

**Рубрики номера**

1. Математическое и компьютерное моделирование.....5-57
2. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах .....58-99
3. Математическое и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.....100-133
4. Информационная безопасность и защита информации.....134-150

**Перечень специальностей ВАК**

- 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)
- 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)
- 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций (технические науки)
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)
- 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)
- 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки)
- 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки)

**Редакция**

Федорова Наталья Юрьевна  
Митин Александр Александрович

**Адрес издателя журнала**

302026, Орловская область г. Орел,  
ул. Комсомольская, 95  
+7(4862) 75-13-18 [www.oreluniver.ru](http://www.oreluniver.ru)  
E-mail: [info@oreluniver.ru](mailto:info@oreluniver.ru)

**Адрес редакции**

302020, Орловская область, г. Орел,  
Наугорское шоссе, 40  
+7(4862) 43-49-56  
[www. https://oreluniver.ru/science/journal/isit](https://oreluniver.ru/science/journal/isit)  
E-mail: [Fedorovanat57@mail.ru](mailto:Fedorovanat57@mail.ru)

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС 77-67168 от 16.09.2016 г.

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2026

№ 1(153) 2026

The journal is published since 2002, leaves six times a year  
The founder – Orel State University named after I.S. Turgenev

**Editor-in-chief** – Konstantinov Igor Sergeevich, doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Belgorod state national research university (Belgorod)

**Editorial board**

Deputy Editor-in-Chief - Koskin Alexander Vasilyevich, doctor of engineering sciences, professor, honored worker of higher education of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

**Averchenkov Vladimir Ivanovich** – doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Bryansk state technical university (Bryansk)

**Eremenko Vladimir Tarasovich** – doctor of engineering sciences, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

**Ivannikov Alexander Dmitrievich** – doctor of engineering sciences, professor, chief researcher, laureate of the Government of the Russian Federation in the field of education for 1998 and 2008, Institute of design problems in microelectronics of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

**Kuzichkin Oleg Rudolfovich** – doctor of engineering sciences, professor, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Belgorod state national research university (Belgorod)

**Podmasteriev Konstantin Valentinovich** – doctor of engineering sciences, professor, honored worker of higher education of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

**Popkov Yuri Solomonovich** – doctor of engineering sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, honored scientist of the Russian Federation, Institute of system analysis of the FIT IU RAS

**Rakov Vladimir Ivanovich** – doctor of engineering sciences, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

**Sokolov Igor Anatolyevich** – doctor of engineering sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology, Institute of Applied Informatics of the Russian Academy of Sciences, Lomonosov Moscow State University (Moscow), FITZ IU RAS (Moscow)

**Savina Olga Aleksandrovna** – doctor of economics, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

In this number

1. **Mathematical and computer simulation.....5-57**
2. **Information technologies in social and economic and organizational-technical systems.....58-99**
3. **Software of the computer facilities and the automated systems.....100-133**
4. **Information and data security.....134-150**

List of specialties of the Higher Attestation Commission

- 1.2.2. Mathematical modeling, computational methods and software packages (engineering sciences)
- 2.2.8. Methods and devices for monitoring and diagnostics of materials, products, substances and the natural environment (engineering I sciences)
- 2.2.15. Telecommunication systems, networks and devices (engineering I sciences)
- 2.3.1. System analysis, management and information processing (engineering sciences)
- 2.3.3. Automation and control of technological processes and productions (engineering sciences)
- 2.3.4. Management in organizational systems (engineering sciences)
- 2.3.8. Computer science and information processes (engineering sciences)

*The editors*

Fedorova Natalia Yurievna  
Mitin Alexander Alexandrovich

*It is sent to the printer's on 09.02.2026  
16.02.2026 is put to bed  
Date of publication 19.03.2026  
Format 70x108 / 16  
Convent. printer's sheets 7,5. Circulation 300 copies  
Free price  
The order №29*

*It is printed from a ready dummy layout  
on polygraphic base of Orel State University  
302026, Orel, Komsomolskaya street, 95  
Index on the catalogue  
«Pressa Rossii» 15998  
[www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru) and [www.akc.ru](http://www.akc.ru)*

The address of the publisher of journal

302026, Orel region, Orel,  
Komsomolskaya street, 95  
(4862) 75-13-18; [www.oreluniver.ru](http://www.oreluniver.ru);  
E-mail: [info@oreluniver.ru](mailto:info@oreluniver.ru)

The address of the editorial office

302020, Orel region, Orel, Highway Naugorskoe, 40  
(4862) 43-49-56;  
[www. https://oreluniver.ru/science/journal/isit](https://oreluniver.ru/science/journal/isit);  
E-mail: [Fedorovanat57@mail.ru](mailto:Fedorovanat57@mail.ru)

*The materials of the articles are printed in the author's edition.  
The right to use the works is granted by the authors on the basis of clause 2 of Article 1286 of the Fourth Part of the Civil Code of the Russian Federation.*

*Journal is registered in Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.*

*The certificate of registration  
ПН №ФС 77-67168 от 16 сентября 2016 г.*

Journal is included into the list of the Higher Attestation Commission for publishing the results of theses for competition the academic degrees.

© Orel State University, 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>К.В. БОНДАРИК, Г.С. ВАСИЛЬЕВ, А.И. ВЛАСОВ, О.Р. КУЗИЧКИН, Д.И. СУРЖИК</i> Методика авторегрессионной оценки параметров термоэлектрических элементов.....	5-13
<i>А.В. ГРЕЧЕНЕВА, А.И. КУДИНОВА</i> Методологический подход к стандартизации многомодальных агроданных на основе двухуровневого механизма внимания для отраслевого искусственного интеллекта.....	14-25
<i>П.С. КАБАЛЯНЦ, В.Д. КОЛЕСНИКОВ</i> Применение методов варьирования параметра разрешения изображения при распознавании деталей технических чертежей.....	26-34
<i>А.А. МИТИН, П.А. СТЕФАНОВ</i> Нейросетевой подход для определения вида и болезней культурных растений по изображению их листа....	35-41
<i>М.Н. ОРЕШИНА, Л.Н. ФЕХРЕТДИНОВА</i> Анализ методов искусственного интеллекта для распознавания и идентификации БПЛА по их конструктивным особенностям.....	42-48
<i>В.С. ТОРМОЗОВ</i> Разработка и обучение каскадного классификатора Виолы-Джонса для детектирования дорожного полотна.....	49-57

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

<i>Ю.А. БЕЛЕВСКАЯ, В.Т. ЕРЕМЕНКО, Л.А. ЛЕКАРЬ</i> Методические аспекты интеграции разнородных данных информационных систем за счет цифрового профиля иностранного гражданина.....	58-63
<i>О.Э. ЛЫСКОВ, А.О. МОРЛАНГ, А.А. СТЫЧУК, А.Ю. УЖАРИНСКИЙ</i> Проектирование рекомендательной системы по уходу за растениями .....	64-70
<i>Р.А. ОРЕШИН</i> Генерация и проверка кода с помощью больших языковых моделей в безопасной разработке.....	71-79
<i>А.Б. ТАКСИМОВ</i> Технология интеграции искусственного интеллекта в центры управления умными городами для повышения скорости принятия решений.....	80-89
<i>А.В. ЯСТРЕБОВ</i> Оценка точности и применимости методов дифференциальной коррекции GNSS в системах позиционирования сельскохозяйственной техники.....	90-99

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

<i>С.А. АВДЕЕВ, Н.С. ГУСЕВ, М.Н. СТЕПАНЦЕВИЧ</i> Неопределенность в цифровой образовательной среде – типология, методы и системная интеграция.....	100-106
<i>А.К. МАРИНИН</i> Интеграция он-девайс моделей машинного обучения для обеспечения автономности и конфиденциальности в мобильных приложениях.....	107-117
<i>А.В. НИКУЛИН</i> Стратегия «No Share Code» как метод оптимизации стоимости разработки и повышения отказоустойчивости критических систем.....	118-127
<i>В.В. ТВЕРДОХЛЕБ, А.М. ХЛОПОВ</i> Повышение продуктивности обработки видеопотока за счет модификации механизмов компрессии во временной области.....	128-133

### ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

<i>Д.И. ПУГАЧЕВ, П.Б. ХОРЕВ</i> Обнаружение инцидентов информационной безопасности на основе методов корреляции записей в журналах системных и сетевых служб.....	134-142
<i>Т.Ю. САВВА, Ю.Б. САВВА</i> Технология поиска, анализа и фильтрации информации, содержащей деструктивные тексты в социальных сетях и мессенджерах.....	143-150

## CONTENT

### MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

- K.V. BONDARIK, G.S. VASIL'EV, A.I. VLASOV, O.R. KUZICHKIN, D.I. SURZHİK*  
Processes method of autoregressive estimation of thermoelectric element parameters.....5-13
- A.V. GREChENEVA, A.I. KUDINOVA*  
Methodological approach for standardizing multimodal agricultural data based on a two-level attention mechanism for industrial artificial intelligence.....14-25
- P.S. KABALYANC, V.D. KOLESNIKOV*  
Application of image resolution variation methods in recognition of technical drawing details.....26-34
- A.A. MITIN, P.A. STEFANOV*  
A neural network approach for determining the type and diseases of cultivated plants based on the image of their leaf.....35-41
- M.N. OREShINA, L.N. FEXRETDINOVA*  
Analysis of machine learning methods for recognition and identification of UAVS by their design features.....42-48
- V.S. TORMOZOV*  
Development and training of a cascading Viola-Jones classifier for detecting roadways.....49-57

### INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

- Yu.A. BELEVSKAYA, V.T. ERYoMENKO, L.A. LEKAR'*  
Methodological aspects of integrating diverse information system data through a foreign citizen's digital profile.....58-63
- O.E' LY'SKOV, A.O. MORLANG, A.A. STY'ChUK, A.Yu. UZhARINSKIJ*  
Plant care recommendation system design.....64-70
- R.A. OREShIN*  
Generation and verification of code using large language models in secure development.....71-79
- A.B. TAKSIMOV*  
Technology to integrate artificial intelligence into smart city control centers for faster decision-making.....80-89
- A.V. YaSTREBOV*  
Evaluation of the accuracy and applicability of GNSS differential correction methods in agricultural equipment positioning systems.....90-99

### SOFTWARE OF THE COMPUTER FACILITIES AND THE AUTOMATED SYSTEMS

- S.A. AVDEEV, N.S. GUSEV, M.N. STEPANCEVICH*  
Uncertainty in the digital educational environment – typology, methods and system integration.....100-106
- A.K. MARININ*  
Integration of on-device machine learning models for ensuring autonomy and privacy in mobile applications....107-117
- A.V. NIKULIN*  
The «No Share Code» strategy as a method of development cost optimization and improving fault tolerance of critical systems.....118-127
- V.V. TVERDOXLEB, A.M. XLOPOV*  
Increasing the productivity of video stream processing by modifying compression mechanisms in the time domain.....128-133

### INFORMATION AND DATA SECURITY

- D.I. PUGACHYoV, P.B. XOREV*  
Detection of information security incidents based on correlation methods of records in system and network service logs.....134-142
- T.Yu. SAVVA, Yu.B. SAVVA*  
Technology for searching, analyzing and filtering information containing destructive texts in social networks and messengers.....143-150

УДК 004.942

К.В. БОНДАРИК, Г.С. ВАСИЛЬЕВ, А.И. ВЛАСОВ, О.Р. КУЗИЧКИН, Д.И. СУРЖИК

**МЕТОДИКА АВТОРЕГРЕССИОННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ  
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

*Применение термоэлектрических систем охлаждения на основе термоэлектрических модулей Пельтье требует гибкого управления температурным режимом модулей на основе контроля переходных процессов. Существующие методы идентификации нелинейных систем в переходных режимах отличаются высокой вычислительной сложностью, что ограничивает их применение для оперативной диагностики систем климат-контроля. В свою очередь, использование линейных моделей первого порядка для описания тепловых и электромеханических процессов, хотя и менее ресурсоемко, обеспечивает недостаточную точность или применимо лишь в узком диапазоне рабочих условий. Предлагаемая методика авторегрессионной оценки параметров термоэлектрических элементов Пельтье требует определение временных зависимостей сигналов управления и регистрируемых значений температуры в совокупности точек климатического контроля. Представлены расчетные соотношения параметров объекта климатического контроля на линейном участке аппроксимации по критерию минимума среднеквадратической ошибки. Разработанная методика была применена для авторегрессионной оценки частотных характеристик модуля Пельтье. Полученные результаты продемонстрировали незначительную погрешность идентификации, что подтверждает эффективность предложенного подхода.*

**Ключевые слова:** элемент Пельтье; переходной режим; кусочно-линейная функция; спектральный метод.

© Бондарик К.В., Васильев Г.С., Власов А.И., Кузичкин О.Р., Суржик Д.И., 2026

*Работа выполнена в рамках государственного задания FZWN–2025–0002 «Интеллектуальные информационно-измерительные системы в социальном и техническом управлении».*

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник. – Киев: Наукова Думка, 1979. – 768 с.
2. Анатычук Л.И. Современное состояние и некоторые перспективы термоэлектричества. – Термоэлектричество, 2007. – № 2. – С. 7-20.
3. Булат Л.П. Термоэлектрические охлаждение. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 147 с.
4. Буркова Е.В., Бурков Д.В. Использование солнечной энергии для теплоснабжения для объектов индивидуального жилищного строительства. – Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2022. – № 4(354). – С. 101-108.
5. Буркова Е.В., Бурков Д.В. Исследование процессов теплопередачи в аккумуляторах солнечной энергии. – Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2020. – № 1(339). – С. 139-143.
6. Малкович Б.Е. Термоэлектрические модули на основе сплавов теллурида висмута // Доклады XI Межгосударственного семинара «Термоэлектрики и их применение». – Санкт-Петербург, 2008. – С. 462-468.
7. Марков О.И. Моделирование влияния теплообмена на эффективность термоэлектрического охладителя. – Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2020. – № 2(340). – С. 132-135.
8. Filin, S.O., Zakrzewski B. Modern state and prospects of development and production of stationary thermoelectric refrigerators. – Journal of thermoelectricity, 2008. – № 2. – P. 71-84.

9. Nagase K., Yamamoto A. Development of durability testing for thermoelectric power generation module // Journal of Kinzoku materials science and technology, 2016. – № 3. – P. 1347-1364.
10. Gotmare A.R., Patidar N.V. Nonlinear System Identification Using a Cuckoo Search Optimized Adaptive Hammerstein Model // Expert. Syst. Appl, 2015. – Vol. 42. – № 5. – P. 2538-2546.
11. Duwaish H.N. Identification of Hammerstein Models with Known Nonlinearity Structure Using Particle Swarm Optimization. – Arab. J. of Sci. Eng, 2011. – Vol. 36. – № 7. – P. 1269-1276.
12. Cuevas E. et al. Nonlinear System Identification Based on ANFIS-Hammerstein Model Using Gravitational Search Algorithm / E. Cuevas, P. Díaz, O. Avalos, D. Zaldívar, M. Pérez-Cisneros // Appl. Intell., 2018. –Vol. 48. – № 1. – P. 182-203.
13. Jui J.J., Suid M.H., Musa M.A. Identification of Liquid Slosh Behavior Using Continuous-Time Hammerstein Model Based Sine Cosine Algorithm // In Proc. of 11th National Technical Seminar on Unmanned System Technology (NUSYS'19), 2019. – P. 345-356.
14. Photoon R.A., Warit W. System identification of Thermoelectric generator using a first order plus dead time model // Conference: 2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2015. – DOI: 10.1109/ECTICon.2015.7207047.
15. Wanping Y.H., He H.K. PSO Algorithm Based Thermoelectric Cooler Temperature Control System Design // 2019 IEEE 3rd Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). – DOI:10.1109/IMCEC46724.2019.8984093.
16. Kuzichkin O.R., Dorofeev N.V., Bykov A.A. Regression algorithms eliminate interference with the endogenous character geocological monitoring of water resources // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2017. – Volume 17. – Issue 52. – P. 749-754.
17. Bykov A.A., Kuzichkin O.R. Approximation of equivalent transfer function of the geoelectric section in geodynamic inspection // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, 2014. – P. 615-622.
18. Курилов И.А., Кузичкин О.Р. Применение компенсационного метода контроля при геодинамическом мониторинге. – Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2013. – № 3. – С. 50-58.
19. Константинов И.С., Кузичкин О.Р. Организация систем автоматизированного электромагнитного контроля геодинамических объектов. – Информационные системы и технологию, 2008. – № 4. – С. 13-16.
20. Рукавишников К.А., Власов А.И., Селиванов К.В. Улучшение энергетической эффективности систем термоэлектрического охлаждения // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. Тезисы докладов Тридцать первой международной научно-технической студентов и аспирантов. – Москва, 2025. – С. 132.
21. Селиванов К.В., Рукавишников К.А., Шувалова А.А. Технология термостатирования в разработке портативных электронных контейнеров для временного хранения и перевозки иммунобиологических препаратов. – Датчики и системы, 2024. – № 6(278). – С. 56-63.
22. Цивинская Т.А. и др. Использование фторуглеродных жидкостей в системах охлаждения электронных блоков / Т.А. Цивинская, И.В. Гудошников, С.П. Глушакова, В.С. Кольцова // Технологии инженерных и информационных систем, 2021. – № 3. – С. 3-9.
23. Глушко А.А., Миронов К.С., Исроилов Ж.О. Математическая модель нестационарного теплового процесса. – Технологии инженерных и информационных систем, 2021. – № 3. – С. 23-28.
24. Жалнин В.П., Семенов А.С., Вандюков А.Д. Современные тенденции развития полупроводниковых технологий. – Технологии инженерных и информационных систем, 2022. – № 1. – С. 95-103.
25. Слащева А.В. Источники загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. – Проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях, 1997. – Выпуск 9. – С. 54-59.

**Бондарик Ксения Владимировна**

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,  
г. Белгород

Научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Интеллектуальные информационно-измерительные и управляющие системы»  
Тел.: 8 919 006 33 08  
E-mail: oldolkuz@yandex.ru

**Васильев Глеб Сергеевич**

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,  
г. Белгород  
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Интеллектуальные информационно-измерительные и управляющие системы»  
Тел.: 8 915 751 66 47  
E-mail: vasilievgleb@yandex.ru

**Власов Андрей Игоревич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», г. Москва  
Кандидат технических наук, доцент кафедры ИУ4 «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»  
Тел.: 8 903 577 70 29  
E-mail: fvlasov@iu4.ru

**Кузичкин Олег Рудольфович**

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», г. Москва  
Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ИУ4 «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры».  
Тел.: 8 910 171 39 45  
E-mail: oldolkuz@yandex.ru

**Суржик Дмитрий Игоревич**

ФГКОУ ВО «Московский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.Я. Кикотя», г. Москва  
Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры специальных информационных технологий учебно-научного комплекса информационных технологий  
Тел.: 8 919 007 48 66  
E-mail: arzerum@mail.ru

---

*K.V. BONDARIK (Researcher of the Research Laboratory  
«Intelligent Information-Measuring and Control Systems»)*

*G.S. VASIL'EV (Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher of the Research Laboratory  
«Intelligent Information-Measuring and Control Systems»)  
Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod*

*A.I. VLASOV (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of IU4  
«Design and Technology of Production of Electronic Equipment»)*

*O.R. KUZICHKIN (Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Department of IU4  
«Design and Technology of Production of Electronic Equipment»)  
Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

*D.I. SURZHİK (Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Special  
Information Technologies of the Educational and Scientific Complex of Information Technologies)  
Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation named after V.Ya. Kikot, Moscow*

**PROCESSES METHOD OF AUTOREGRESSIVE ESTIMATION  
OF THERMOELECTRIC ELEMENT PARAMETERS**

*The use of thermoelectric cooling systems based on Peltier thermoelectric modules requires flexible control of the temperature regime of the modules based on transient process monitoring. Existing methods for identifying nonlinear systems in transient modes are characterized by high computational complexity, which limits their use for operational diagnostics of climate control systems. In turn, the use of first-order linear models to describe thermal and electromechanical processes, although less resource-intensive, provides insufficient accuracy or is applicable only in a*

*narrow range of operating conditions. The proposed technique for autoregressive estimation of the parameters of Peltier thermoelectric elements requires determining the time dependencies of control signals and recorded temperature values in a set of climate control points. The calculated relationships of the parameters of the climate control object on the linear section of approximation according to the criterion of minimum mean square error are presented. The developed technique was applied for autoregressive estimation of the frequency characteristics of the Peltier module. The obtained results demonstrated a minor identification error, which confirms the effectiveness of the proposed approach.*

**Keywords:** *Peltier element; transient mode; piecewise linear function; spectral method.*

#### **BIBLIOGRAPHY TRANSLITERATED**

1. Anatyshuk L.I. Termojelementy i termojelektricheskie ustrojstva: spravochnik. – Kiev: Naukova Dumka, 1979. – 768 s.
2. Anatyshuk L.I. Sovremennoe sostojanie i nekotorye perspektivy termojelektrichestva. – Termojelektrichestvo, 2007. – № 2. – S. 7-20.
3. Bulat L.P. Termojelektricheskie ohlazhdenie. – SPb.: SPbGUNIPT, 2002. – 147 s.
4. Burkova E.V., Burkov D.V. Ispol'zovanie solnechnoj jenerгии dlja teplosnabzhenija dlja ob#ektov individual'nogo zhilishhnogo stroitel'stva. – Fundamental'nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii, 2022. – № 4(354). – S. 101-108.
5. Burkova E.V., Burkov D.V. Issledovanie processov teploperedachi v akkumuljatorah solnechnoj jenerгии. – Fundamental'nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii, 2020. – № 1(339). – S. 139-143.
6. Malkovich B.E. Termojelektricheskie moduli na osnove splavov tellurida vismuta // Doklady XI Mezghosudarstvennogo seminaru «Termojelektriki i ih primenenie». – Sankt-Peterburg, 2008. – S. 462-468.
7. Markov O.I. Modelirovanie vlijaniya teplobmena na jeffektivnost' termojelektricheskogo ohladitelja. – Fundamental'nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii, 2020. – № 2(340). – S. 132-135.
8. Filin, S.O., Zakrzewski B. Modern state and prospects of development and production of stationary thermoelectric refrigerators. – Journal of thermoelectricity, 2008. – № 2. – P. 71-84.
9. Nagase K., Yamamoto A. Development of durability testing for thermoelectric power generation module // Journal of Kinzoku materials science and technology, 2016. – № 3. – P. 1347-1364.
10. Gotmare A.R., Patidar N.V. Nonlinear System Identification Using a Cuckoo Search Optimized Adaptive Hammerstein Model // Expert. Syst. Appl, 2015. – Vol. 42. – № 5. – P. 2538-2546.
11. Duwaish H.N. Identification of Hammerstein Models with Known Nonlinearity Structure Using Particle Swarm Optimization. – Arab. J. of Sci. Eng, 2011. – Vol. 36. – № 7. – P. 1269-1276.
12. Cuevas E. et al. Nonlinear System Identification Based on ANFIS-Hammerstein Model Using Gravitational Search Algorithm / E. Cuevas, P. Díaz, O. Avalos, D. Zaldívar, M. Pérez-Cisneros // Appl. Intell., 2018. –Vol. 48. – № 1. – P. 182-203.
13. Jui J.J., Suid M.H., Musa M.A. Identification of Liquid Slosh Behavior Using Continuous-Time Hammerstein Model Based Sine Cosine Algorithm // In Proc. of 11th National Technical Seminar on Unmanned System Technology (NUSYS'19), 2019. – P. 345-356.
14. Photoon R.A., Warit W. System identification of Thermoelectric generator using a first order plus dead time model // Conference: 2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2015. – DOI: 10.1109/ECTICon.2015.7207047.
15. Wanping Y.H., He H.K. PSO Algorithm Based Thermoelectric Cooler Temperature Control System Design // 2019 IEEE 3rd Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). – DOI:10.1109/IMCEC46724.2019.8984093.
16. Kuzichkin O.R., Dorofeev N.V., Bykov A.A. Regression algorithms eliminate interference with the endogenous character geoecological monitoring of water resources // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2017. – Volume 17. – Issue 52. – P. 749-754.
17. Bykov A.A., Kuzichkin O.R. Approximation of equivalent transfer function of the geoelectric section in geodynamic inspection // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, 2014. – P. 615-622.
18. Kurilov I.A., Kuzichkin O.R. Primenenie kompensacionnogo metoda kontrolja pri geodinamicheskom monitoringe. – Radiotekhnicheskie i telekommunikacionnye sistemy, 2013. – № 3. – S. 50-58.
19. Konstantinov I.S., Kuzichkin O.R. Organizacija sistem avtomatizirovannogo jelektromagnitnogo kontrolja geodinamicheskikh ob#ektov. – Informacionnye sistemy i tehnologiju, 2008. – № 4. – C. 13-16.
20. Rukavishnikov K.A., Vlasov A.I., Selivanov K.V. Uluchshenie jenergeticheskoj jeffektivnosti sistem termojelektricheskogo ohlazhdenija // Radiojelektronika, jelektrotehnika i jenergetika. Tezisy dokladov Tridcat' pervoj mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskaj studentov i aspirantov. – Moskva, 2025. – S. 132.
21. Selivanov K.V., Rukavishnikov K.A., Shuvalova A.A. Tehnologija termostatirovanija v razrabotke portativnyh jelektronnyh kontejnerov dlja vremennogo hranenija i perevozki immunobiologicheskikh preparatov. – Datchiki i sistemy, 2024. – № 6(278). – S. 56-63.

22. Civinskaja T.A. i dr. Ispol'zovanie ftoruglerodnyh zhidkostej v sistemah ohlazhdenija jelektronnyh blokov / T.A. Civinskaja, I.V. Gudoshnikov, S.P. Glushakova, V.S. Kol'cova // Tehnologii inzhenernyh i informacionnyh sistem, 2021. – № 3. – S. 3-9.
23. Glushko A.A., Mironov K.S., Isroilov Zh.O. Matematicheskaja model' nestacionarnogo teplovogo processa. – Tehnologii inzhenernyh i informacionnyh sistem, 2021. – № 3. – S. 23-28.
24. Zhalnin V.P., Semenov A.S., Vandjukov A.D. Sovremennye tendencii razvitiya poluprovodnikovyh tehnologij. – Tehnologii inzhenernyh i informacionnyh sistem, 2022. – № 1. – S. 95-103.
25. Slashheva A.V. Istochniki zagriznenija okruzhajushhej sredy nefteproduktami. – Problemy bezopasnosti v chrezvychajnyh situacijah, 1997. – Vypusk 9. – S. 54-59.

УДК 004.89

А.В. ГРЕЧЕНЕВА, А.И. КУДИНОВА

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД  
К СТАНДАРТИЗАЦИИ МНОГОМОДАЛЬНЫХ АГРОДАНЫХ  
НА ОСНОВЕ ДВУХУРОВНЕВОГО МЕХАНИЗМА ВНИМАНИЯ  
ДЛЯ ОТРАСЛЕВОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*В работе предложен метод предобработки на основе рекуррентной нейронной сети с двухуровневым механизмом внимания. Первый уровень (Temporal Attention) выделяет значимые временные интервалы в климатических и солнечных рядах, второй (Cross-Feature Attention) интегрирует пространственно-временные признаки. Впервые введена метрика Trust Score, оценивающая надежность источников данных на основе стабильности ошибок. Эксперименты на мультимодальных данных (Sentinel-2, ERA5, индексы SSN/F10.7) подтвердили эффективность метода: снижение RMSE на 18,2% и рост SSIM на 6,8% относительно базовых моделей. Trust Score продемонстрировал увеличение на 0,14, что отражает повышение надежности агрегированных данных. Анализ весов внимания выявил сезонные паттерны и лаговые эффекты солнечной активности (60–90 суток), согласующиеся с агроклиматическими исследованиями.*

**Ключевые слова:** стандартизация данных; многомодальные агроданные; рекуррентные нейронные сети; механизм внимания; солнечная активность; геопространственный анализ; Trust Score; отрасли сельского хозяйства.

©Греченева А.В., Кудинова А.И., 2026

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Шалин А.Ф. и др. Эффективность различных моделей консолидации данных и реализации программного обеспечения для АПК / А.Ф. Шалин, Д.Е. Белов, А.Е. Мищенко, П.И. Кучеров, А.Т. Грушко // Сельскохозяйственный журнал, 2017. – № 10 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-razlichnyh-modeley-konsolidatsii-dannyh-i-realizatsii-programmnogo-obespecheniya-dlya-apk> (дата обращения: 06.05.2025).
2. Куразова Д.А., Джентамиров М.Х. Проблемы развития ИС в АПК Российской Федерации. – Научные исследования, 2017. – № 2(13) [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razvitiya-is-v-apk-rossiyskoj-federatsii> (дата обращения: 06.05.2025).
3. Башкин В.Н. Индустрия 4.0 как стратегия для увеличения эффективности сельского хозяйства. – Жизнь Земли, 2024. – № 3 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-kak-strategiya-dlya-uvelicheniya-effektivnosti-selskogo-hozyaystva> (дата обращения: 06.05.2025).
4. Березовский Е.В., Прокофьев Н.А., Тельшев А.Н. Дифференцированное внесение азотных удобрений на основе данных дистанционного зондирования земли с беспилотных летательных аппаратов. – Сахар, 2017. – № 10 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/differentsirovannoe-vnesenie-azotnyh-udobreniy-na-osnove-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-s-bespiLOTnyh-letatelnyh> (дата обращения: 06.05.2025).

5. Сибиряев А.С., Зазимко В.Л., Додов Р.Х. Цифровая трансформация и цифровые платформы в сельском хозяйстве // Вестник НГИЭИ, 2020. – № 12(115) [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-i-tsifrovye-platformy-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения: 06.05.2025).
6. Агаркова Л.В., Гурнович Т.Г., Берулава О.С. Построение прогнозных параметров деятельности предприятий регионального АПК. – Региональная экономика: теория и практика, 2016. – № 3(426) [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-prognoznyh-parametrov-deyatelnosti-predpriyatiy-regionalnogo-apk> (дата обращения: 06.05.2025).
7. Шалин А.Ф. и др. Эффективность различных моделей консолидации данных и реализации программного обеспечения для АПК / А.Ф. Шалин, Д.Е. Белов, А.Е. Мищенко, П.И., Кучеров, А.Т. Грушко // Сельскохозяйственный журнал, 2017. – № 10 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-razlichnyh-modeley-konsolidatsii-dannyh-i-realizatsii-programmnogo-obespecheniya-dlya-apk> (дата обращения: 06.05.2025).
8. Голубятникова К.А., Бураева Е.В. Статистические методы, их применение в анализе деятельности предприятий аграрного сектора. – Экономика и социум, 2015. – № 2-1(15) [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskie-metody-ih-primenenie-v-analize-deyatelnosti-predpriyatiy-agrarnogo-sektora> (дата обращения: 06.05.2025).
9. Дегтярева Н.А., Берг Н.А. Применение статистических методов исследования в сельском хозяйстве известия высших учебных заведений. – Уральский регион, 2017. – С. 42-47.
10. Lee S. et al. Attention Based RNN for Plant Disease Classification / S. Lee, H. Goëau, P. Bonnet, A. Joly // *Frontiers in Plant Science*, 2020. – Vol. 11. – Art. 601250. – DOI: 10.3389/fpls.2020.601250.
11. Интеграция многомодального дистанционного зондирования, глубокого обучения и механизмов внимания для прогнозирования урожайности в экспериментах по селекции растений // *Frontiers in Plant Science*, 2024. – Vol. 15. – DOI: 10.3389/fpls.2024.1408047.
12. Liu J., Zhou Y., Li X. Agricultural large language model for standardized production of agricultural intelligence // *Agricultural Systems*, 2025. – DOI: 10.1016/j.agry.2025.003242.
13. Gangopadhyay T. et al. Deep Time Series Attention Models for Crop Yield Prediction and Insights / T. Gangopadhyay, J. Shook, A.K. Singh, S. Sarkar // *NeurIPS Machine Learning for Physical Sciences Workshop*, 2019.
14. Многомодальная архитектура сельскохозяйственного агента (MA3): Новая парадигма для интеллектуального принятия решений в сельском хозяйстве // *arXiv preprint arXiv:2504.04789v1*. 2024.
15. Wang, L., Kiarour, A., Islam, M.S. et al. Внедрение мультимодальных систем искусственного интеллекта для оценки сельскохозяйственных рисков // *IEEE Transactions on Agricultural Intelligence*, 2024. – Vol. 4. – № 2. – С. 156-172.
16. Chen, H., Zhang, Y., Zhou, J. Trust Score: Методика оценки надежности моделей машинного обучения в агропромышленном комплексе // *Computers and Electronics in Agriculture*, 2023. – Vol. 208. – С. 107698.
17. Петров И.В., Смирнова Н.А. Применение механизмов внимания в задачах стандартизации геопространственных агроданных // *Вестник аграрной науки*, 2024. – № 3. – С. 78-95.
18. [Электронный ресурс]. – URL: <https://deeptai.org/machine-learning-glossary-and-terms/long-short-term-memory>.
19. [Электронный ресурс]. – URL: <https://deeptai.org/publication/temporal-attention-for-language-models>
20. Youpeng Zhao et al. Lightweight Vision Transformer with Cross Feature Attention Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV)Cite as:arXiv:2207.07268 [cs.CV] (or arXiv:2207.07268v2 [cs.CV] for this version) / Youpeng Zhao, Huadong Tang, Yingying Jiang, Yong A, Qiang Wu [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.07268>.

Греченева Анастасия Владимировна

ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

Кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, и.о. директора проектного института цифровой трансформации АПК

**Кудинова Анна Игоревна**

ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

Старший преподаватель кафедры прикладной информатики

---

A.V. GREChENEVA (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics, Acting Director of the Design Institute for Digital Transformation of the Agro-Industrial Complex*)

A.I. KUDINOVA (*Senior Lecturer of Department of Applied Computer Science*)  
*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow*

### METHODOLOGICAL APPROACH FOR STANDARDIZING MULTIMODAL AGRICULTURAL DATA BASED ON A TWO-LEVEL ATTENTION MECHANISM FOR INDUSTRIAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE

*This paper proposes a preprocessing method based on a recurrent neural network (RNN) with a two-level attention mechanism. The first level (Temporal Attention) identifies significant time intervals in climatic and solar time series, while the second level (Cross-Feature Attention) integrates spatio-temporal features. A novel Trust Score metric is introduced to assess the reliability of data sources based on error stability. Experiments on multimodal data (Sentinel-2, ERA5, SSN/F10.7 indices) confirmed the method's effectiveness: it achieved an 18.2% reduction in RMSE and a 6.8% increase in SSIM compared to baseline models. The Trust Score demonstrated an increase of 0.14, reflecting higher reliability of the aggregated data. Analysis of attention weights revealed seasonal patterns and lag effects of solar activity (60-90 days), which is consistent with agroclimatic research.*

**Keywords:** *data standardization; multimodal agricultural data; recurrent neural networks; attention mechanism; solar activity; geospatial analysis; Trust Score; agricultural sectors.*

#### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Shalin A.F. i dr. *Jefferktivnost' razlichnyh modelej konsolidacii dannyh i realizacii programmogo obespechenija dlja APK / A.F. Shalin, D.E. Belov, A.E. Mishhenko, P.I. Kucherov, A.T. Grushko // Sel'skohozejstvennyj zhurnal, 2017. – № 10 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-razlichnyh-modeley-konsolidatsii-dannyh-i-realizatsii-programmnogo-obespecheniya-dlya-apk> (data obrashhenija: 06.05.2025).*
2. Kurazova D.A., Dzhentamirov M.H. *Problemy razvitiya IS v APK Rossijskoj Federacii. – Nauchnye issledovaniya, 2017. – № 2(13) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razvitiya-is-v-apk-rossijskoj-federatsii> (data obrashhenija: 06.05.2025).*
3. Bashkin V.N. *Industriya 4.0 kak strategija dlja uvelichenija jefferktivnosti sel'skogo hozjajstva. – Zhizn' Zemli, 2024. – № 3 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-kak-strategiya-dlya-uvelicheniya-effektivnosti-selskogo-hozyaystva> (data obrashhenija: 06.05.2025).*
4. Berezovskij E.V., Prokofev N.A., Telyshev A.N. *Differencirovannoe vnesenie azotnyh udobrenij na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya zemli s bespilotnyh letatel'nyh apparatov. – Sahar, 2017. – № 10 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/differentsirovannoe-vnesenie-azotnyh-udobrenij-na-osnove-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-s-bespilotnyh-letatelnyh> (data obrashhenija: 06.05.2025).*
5. Sibirjaev A.S., Zazimko V.L., Dodov R.H. *Cifrovaja transformacija i cifrovye platformy v sel'skom hozjajstve // Vestnik NGIJeI, 2020. – № 12(115) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-i-tsifrovye-platformy-v-selskom-hozyaystve> (data obrashhenija: 06.05.2025).*
6. Agarkova L.V., Gurnovich T.G., Berulava O.S. *Postroenie prognoznyh parametrov dejatel'nosti predpriyatij regional'nogo APK. – Regional'naja jekonomika: teorija i praktika, 2016. – № 3(426) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-prognoznyh-parametrov-deyatelnosti-predpriyatij-regionalnogo-apk> (data obrashhenija: 06.05.2025).*
7. Shalin A.F. i dr. *Jefferktivnost' razlichnyh modelej konsolidacii dannyh i realizacii programmogo obespechenija dlja APK / A.F. Shalin, D.E. Belov, A.E. Mishhenko, P.I., Kucherov, A.T. Grushko // Sel'skohozejstvennyj zhurnal, 2017. – № 10 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-razlichnyh-modeley-konsolidatsii-dannyh-i-realizatsii-programmnogo-obespecheniya-dlya-apk> (data obrashhenija: 06.05.2025).*

8. Golubjatnikova K.A., Buraeva E.V. Statisticheskie metody, ih primenenie v analize dejatel'nosti predpriyatij agrarnogosektora. – Jekonomika i socium, 2015. – № 2-1(15) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskie-metody-ih-primenenie-v-analize-deyatelnosti-predpriyatij-agrarnogosektora> (data obrashhenija: 06.05.2025).
9. Degtjareva N.A., Berg N.A. Primenenie statisticheskikh metodov issledovanija v sel'skom hozjajstve izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. – Ural'skij region, 2017. – S. 42-47.
10. Lee S. et al. Attention Based RNN for Plant Disease Classification / S. Lee, H. Goëau, P. Bonnet, A. Joly // *Frontiers in Plant Science*, 2020. – Vol. 11. – Art. 601250. – DOI: 10.3389/fpls.2020.601250.
11. Integracija mnogomodal'nogo distancionnogo zondirovanija, glubokogo obuchenija i mehanizmov vnimanija dlja prognozirovanija urozhajnosti v jeksperimentah po selekcii rastenij // *Frontiers in Plant Science*, 2024. – Vol. 15. – DOI: 10.3389/fpls.2024.1408047.
12. Liu J., Zhou Y., Li X. Agricultural large language model for standardized production of agricultural intelligence // *Agricultural Systems*, 2025. – DOI: 10.1016/j.agsy.2025.003242.
13. Gangopadhyay T. et al. Deep Time Series Attention Models for Crop Yield Prediction and Insights / T. Gangopadhyay, J. Shook, A.K. Singh, S. Sarkar // *NeurIPS Machine Learning for Physical Sciences Workshop*, 2019.
14. Mnogomodal'naja arhitektura sel'skoho zjajstvennogo agenta (MA3): Novaja paradigma dlja intellektual'nogo prinjatija reshenij v sel'skom hozjajstve // *arXiv preprint arXiv:2504.04789v1*. 2024.
15. Wang, L., Kiapour, A., Islam, M.S. et al. Vnedrenie mul'timodal'nyh sistem iskusstvennogo intellekta dlja ocenki sel'skoho zjajstvennyh riskov // *IEEE Transactions on Agricultural Intelligence*, 2024. – Vol. 4. – № 2. – S. 156-172.
16. Chen, H., Zhang, Y., Zhou, J. Trust Score: Metodika ocenki nadezhnosti modelej mashinnogo obuchenija v agropromyshlennom komplekse // *Computers and Electronics in Agriculture*, 2023. – Vol. 208. – S. 107698.
17. Petrov I.V., Smirnova N.A. Primenenie mehanizmov vnimanija v zadachah standartizacii geoprostranstvennyh agrodannyh // *Vestnik agrarnoj nauki*, 2024. – № 3. – S. 78-95.
18. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://deepai.org/machine-learning-glossary-and-terms/long-short-term-memory>.
19. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://deepai.org/publication/temporal-attention-for-language-models>
20. Youpeng Zhao et al. Lightweight Vision Transformer with Cross Feature Attention Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV) Cite as: arXiv:2207.07268 [cs.CV] (or arXiv:2207.07268v2 [cs.CV] for this version) / Youpeng Zhao, Huadong Tang, Yingying Jiang, Yong A, Qiang Wu [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.07268>.

УДК 004.032.26

П.С. КАБАЛЯНЦ, В.Д. КОЛЕСНИКОВ

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВАРЬИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРА РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

*В данной статье исследуются возможности ряда математических методов в контексте выполнения операции изменения параметра разрешения цифровых изображений технических чертежей. Было выявлено, что некоторые модели распознавания объектов эффективнее работают с изображениями, разрешение которых заранее приведено к некоторому стандартному для первых значению. В работе рассматривались методы усреднения, наибольшего, наименьшего и медианного значения, билинейная, бикубическая и В-сплайн интерполяции, а также метод Ланцоша. Экспериментальным методом выявлено, что для увеличения разрешения изображения наиболее эффективными среди рассмотренных методов являются бикубическая интерполяция и метод Ланцоша, а для уменьшения разрешения – В-сплайн интерполяция и метод Ланцоша.*

**Ключевые слова:** цифровые изображения; изменение разрешения; методы усреднения, наибольших, наименьших и медианных значений; интерполяция; метод Ланцоша.

© Кабелянц П.С., Колесников В.Д., 2026

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lu T. et al. Automatic analysis and integration of architectural drawings / T. Lu, H. Yang, R. Yang, S. Cai // *International Journal of Document Analysis and Recognition*, 2007. – P. 31-47.

2. Bai Y.B., Xu X.W. Object Boundary Encoding – a new vectorization algorithm for engineering drawings // *Computers in Industry*, 2001. – Vol. 46. – № 1. – P. 65-74.
3. Nagasamy V., Langrana N. Engineering drawing processing and vectorization system // *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*. 1990. – Vol. 49. – № 3. – P. 379-397.
4. Fan N. Application of CAD Combined with Computer Image Processing Technology in Mechanical Drawing // *Application of Intelligent Systems in Multi-modal Information Analytics*. – 2021 // Sugumaran, V., Xu, Z., Zhou, H., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2021. – Vol. 11. – № 12. – P. 319-324.
5. Штанчаев Х. Математическая модель представления изображения в системах распознавания образов // Интернет-журнал «Мир науки», 2015. – Выпуск 2. – С. 1-8.
6. Ultralytics. YOLO Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.ultralytics.com> (дата обращения: 18.04.2025).
7. Bieder F., Sandkühler R., Cattin P.C. A Comparison between Average and Max-Pooling in Convolutional Neural Network for Scoliosis Classification // *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 2020. – Vol. 9. – P. 689-696.
8. Lin H.Y., Lin C.Y. et al. A study of digital image enlargement and enhancement // *Mathematical Problems in Engineering*, 2014. – 7 p.
9. Zhu Y., Dai Y. et al. An Efficient Bicubic Interpolation Implementation for Real-Time Image Processing Using Hybrid Computing // *Real-Time Image Process*, 2022. – Vol. 19. – P. 1211-1223.
10. Keys R. Cubic convolution interpolation for digital image processing // *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1981. – Vol. 29. – № 6. – P. 1153-1160.
11. Chunshi L., Yu L., Yimin Z. Study of B-Spline Interpolation, Correction and Inverse Algorithm // *Advances in Automation and Robotics*, 2011. – Vol. 2. – P. 215-221.
12. Simon H.D. The Lanczos algorithm with partial reorthogonalization // *Mathematics of Computation*, 1984. – Vol. 42. – № 165. – P. 115-142.
13. Зуев С.В., Кабелянц П.С., Поляков В.М. Выявление аномалий в потоке с помощью фрактальной размерности графа нейронной сети обработки данных // *Информационные системы и технологии*, 2021. – № 5. – С. 31-38.
14. Вожегова М.А. Применение нейронных сетей для обработки изображений рентгеновских инспекционно-досмотровых комплексов // *Информационные системы и технологии*, 2023. – № 5. – С. 15-23.

**Кабелянц Петр Степанович**

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,  
г. Белгород  
Кандидат технических наук, доцент  
Тел.: 8 965 146 39 48  
E-mail: p.s.k@list.ru

**Колесников Владимир Дмитриевич**

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,  
г. Белгород  
Аспирант  
Тел.: 8 910 369 90 27  
E-mail: kolesnikov\_vladm@edu.bstu.ru

---

P.S. KABALYANC (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*)

V.D. KOLESNIKOV (*Post-graduate Student*)  
*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod*

**APPLICATION OF IMAGE RESOLUTION VARIATION METHODS  
IN RECOGNITION OF TECHNICAL DRAWING DETAILS**

*This article explores the capabilities of several mathematical methods in the context of performing the operation of changing the resolution parameter of digital images of technical drawings. It was found that some object recognition models work more effectively with images whose resolution is pre-set to a certain standard value for the former. The paper considered the methods of averaging, maximum, minimum and median values, bilinear, bicubic and*

*B-spline interpolation, as well as the Lanczos method. The experimental method revealed that the most effective methods among the considered ones for increasing the image resolution are bicubic interpolation and the Lanczos method, and for decreasing the resolution – B-spline interpolation and the Lanczos method.*

**Keywords:** digital images; resolution change; averaging, maximum, minimum and median methods; interpolation; Lanczos method.

#### **BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Lu T. et al. Automatic analysis and integration of architectural drawings / T. Lu, H. Yang, R. Yang, S. Cai // International Journal of Document Analysis and Recognition, 2007. – P. 31-47.
2. Bai Y.B., Xu X.W. Object Boundary Encoding – a new vectorization algorithm for engineering drawings // Computers in Industry, 2001. – Vol. 46. – № 1. – P. 65-74.
3. Nagasamy V., Langrana N. Engineering drawing processing and vectorization system // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. 1990. – Vol. 49. – № 3. – P. 379-397.
4. Fan N. Application of CAD Combined with Computer Image Processing Technology in Mechanical Drawing // Application of Intelligent Systems in Multi-modal Information Analytics. – 2021 // Sugumaran, V., Xu, Z., Zhou, H., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2021. – Vol. 11. – № 12. – P. 319-324.
5. Shtanchaev X. Matematicheskaja model' predstavlenija izobrazhenija v sistemah raspoznavanija obrazov // Internet-zhurnal «Mir nauki», 2015. – Vypusk 2. – S. 1-8.
6. Ultralytics. YOLO Documentation [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://docs.ultralytics.com> (data obrashhenija: 18.04.2025).
7. Bieder F., Sandkühler R., Cattin P.C. A Comparison between Average and Max-Pooling in Convolutional Neural Network for Scoliosis Classification // International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 2020. – Vol. 9. – P. 689-696.
8. Lin H.Y., Lin C.Y. et al. A study of digital image enlargement and enhancement // Mathematical Problems in Engineering, 2014. – 7 p.
9. Zhu Y., Dai Y. et al. An Efficient Bicubic Interpolation Implementation for Real-Time Image Processing Using Hybrid Computing // Real-Time Image Process, 2022. – Vol. 19. – P. 1211-1223.
10. Keys R. Cubic convolution interpolation for digital image processing // IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1981. – Vol. 29. – № 6. – P. 1153-1160.
11. Chunshi L., Yu L., Yimin Z. Study of B-Spline Interpolation, Correction and Inverse Algorithm // Advances in Automation and Robotics, 2011. – Vol. 2. – P. 215-221.
12. Simon H.D. The Lanczos algorithm with partial reorthogonalization // Mathematics of Computation, 1984. – Vol. 42. – № 165. – P. 115-142.
13. Zuev S.V., Kabaljanc P.S., Poljakov V.M. Vyjavlenie anomalij v potoke s pomoshh'ju fraktal'noj razmernosti grafa nejronnoj seti obrabotki dannyh // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2021. – № 5. – S. 31-38.
14. Vozhegova M.A. Primenenie nejronnyh setej dlja obrabotki izobrazhenij rentgenovskih inspekcionno-dosmotrovnyh kompleksov // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2023. – № 5. – S. 15-23.

УДК 004.89

А.А. МИТИН, П.А. СТЕФАНОВ

### **НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДА И БОЛЕЗНЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ИХ ЛИСТА**

*В статье рассмотрена идентификация болезней культурных растений с помощью нейронных сетей. Для классификации болезни растения следует предоставлять нейронной сети в качестве входных данных изображения. Собран набор данных и проведено два эксперимента для проверки эффективности нейронных сетей с использованием Xception, InceptionResNetV2 и созданной модели.*

**Ключевые слова:** нейронные сети; искусственный интеллект; распознавание болезней растений; компьютерное зрение; машинное обучение.

© Митин А.А., Стефанов П.А., 2026

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Митин А.А. Методы и средства интеллектуального анализа данных. – Информационные системы и технологии, 2018. – № 1(105). – Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2018. – С. 34-38.
2. Митин А.А. и др. Концепция построения интеллектуальной системы с выбором методов и средств анализа данных для обработки информации / А.А. Митин, А.В. Коськин, А.В. Артемов, К.В. Курасов // Сборник трудов VII Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП-2018)». – Белгород: Издательство ООО «ГиК», 2018. – С. 433-437.
3. Jain R. PulsExpert: an expert system for the diagnosis and control of diseases in pulse crops / R. Jain // Expert Systems with Applications, 2011. – Vol. 38. – № 9. – P. 11463-11471.
4. Определение состояния растений в режиме реального времени с помощью ИИ [Электронный ресурс]. – URL: <https://direct.farm/post/opredeleniye-sostoyaniya-rasteniy-v-rezhime-realnogo-vremeni-s-pomoshchyu-ii-20795> (дата обращения: 25.08.2025).
5. Чешкова А.Ф. Обзор современных методов обнаружения и идентификации болезней растений на основе анализа гиперспектральных изображений – Вавиловский журнал генетики и селекции, 2022. – № 26(2). – С. 202-213.
6. Рейнхард Клетте. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы; пер. с англ. А.А. Слинкин. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 506 с.
7. Вейдман Сет. Глубокое обучение: легкая разработка проектов на Python. – СПб.: Питер, 2021. – 272 с.

**Митин Александр Александрович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры ИСиЦТ  
Тел.: 8 906 569 20 20  
E-mail: mcc77@yandex.ru

**Стефанов Павел Александрович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел  
Магистрант кафедры ИСиЦТ  
Тел.: 8 999 604 45 21  
E-mail: ctifl@mail.ru

---

A.A. MITIN (*Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies*)

P.A. STEFANOV (*Master Student  
Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel*)

**A NEURAL NETWORK APPROACH FOR DETERMINING THE TYPE AND DISEASES  
OF CULTIVATED PLANTS BASED ON THE IMAGE OF THEIR LEAF**

*The paper deals with the identification of diseases of cultivated plants using neural networks. In order to classify the plant disease, the neural network should be provided with image as input data. A dataset is collected and two experiments are conducted to test the performance of neural networks using Xception, InceptionResNetV2 and the generated model.*

**Keywords:** *neural networks; artificial intelligence; plant disease recognition; computer vision; machine learning.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Mitin A.A. Metody i sredstva intellektual'nogo analiza dannyh. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2018. – № 1(105). – Orel: OGU imeni I.S. Turgeneva, 2018. – S. 34-38.
2. Mitin A.A. i dr. Konceptija postroeniya intellektual'noj sistemy s vyborom metodov i sredstv analiza dannyh dlja obrabotki informacii / A.A. Mitin, A.V. Kos'kin, A.V. Artemov, K.V. Kurasov // Sbornik

- trudov VII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Informacionnye tehnologii v nauke, obrazovanii i proizvodstve (ITNOP-2018)». – Belgorod: Izdatel'stvo OOO «GiK», 2018. – S. 433-437.
3. Jain R. PulsExpert: an expert system for the diagnosis and control of diseases in pulse crops / R. Jain // Expert Systems with Applications, 2011. – Vol. 38. – № 9. – P. 11463-11471.
  4. Opredelenie sostojanija rastenij v rezhime real'nogo vremeni s pomoshh'ju II [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://direct.farm/post/opredeleniye-sostoyaniya-rasteniy-v-rezhime-real'nogo-vremeni-s-pomoshchyu-ii-20795> (data obrashhenija: 25.08.2025).
  5. Cheshkova A.F. Obzor sovremennyh metodov obnaruzhenija i identifikacii boleznej rastenij na osnove analiza giperspektral'nyh izobrazhenij – Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii, 2022. – № 26(2). – S. 202-213.
  6. Rejnhard Klette. Komp'yuternoe zrenie. Teorija i algoritmy; per. s angl. A.A. Slinkin. – M.: DMK Press, 2019. – 506 s.
  7. Vejdman Set. Glubokoe obuchenie: legkaja razrabotka proektov na Python. – SPb.: Piter, 2021. – 272 s.

УДК 004.048

М.Н. ОРЕШИНА, Л.Н. ФЕХРЕТДИНОВА

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ БПЛА ПО ИХ КОНСТРУКТИВНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ

*В статье рассмотрен аналитический обзор методов искусственного интеллекта, используемых для распознавания изображений, применительно к идентификации конструкций БПЛА на основе снимков и видеоизображений объектов в воздухе во время их полета. Составлена сравнительная характеристика по точности и времени распознавания методов Байеса, опорных векторов, сверточных нейронных сетей. Предложена модель сверточной нейронной сети, разработанная в среде PyChart на основе библиотеки Keras. Рассмотрены основные тенденции в развитии искусственного интеллекта при создании и совершенствовании конструкций БПЛА, заключающиеся в использовании алгоритмов машинного обучения для исследования территории, ориентации в воздушном пространстве во время полета.*

**Ключевые слова:** распознавание объектов; метод Байеса; сверточные нейронные сети; искусственный интеллект; метод опорных векторов; беспилотные летательные аппараты.

© Орешина М.Н., Фехретдинова Л.Н., 2026

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Adnan Darwiche. Modeling and Reasoning with Bayesian Networks. – Cambridge University Press, 2009. – 562 p.
2. Korb Kevin B., Nicholson Ann E. Bayesian Artificial Intelligence. Second edition. – CRC Press, 2010. – 491 p.
3. Rosa J.P.S. et al. Overview of Artificial Neural Networks / J.P.S. Rosa, D.J.D. Guerra, N.C.G. Horta, R.M.F. Martins, N.C.C. Lourenço // Using Artificial Neural Networks for Analog Integrated Circuit Design Automation. – Cham: Springer, 2020. – P. 21-44.
4. Dolgova E.V., Fayzrakhmanov R.A., Kurushin D.S. Decision-making in autonomous mobile robot control system based on active semantic network // XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), 2017. – P. 221-223.
5. Yang T. et al. Semantic Network Based Approach to Compute Term / T. Yang, S. Wu, J. Feng, N. Fu, M. Tian // Semantic Similarity: 3rd International Conference on Electronic Information Technology and Computer Engineering (EITCE), 2019. – P. 654-658.
6. Николенко С.И., Сироткин А.В., Тулупьев А.Л. Основы теории байесовских сетей. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2019. – 399 с.
7. Комраков Н.Ю., Мужичек С.М., Скрынников А.А. Применение байесовского подхода построения логистической регрессии при обработке результатов испытаний на стойкость элементов авиационных конструкций // Научный Вестник МГТУ ГА, 2018. – Том 21. – № 2. – С. 132-140.

8. Симанков В.С., Теплоухов С.В. Аналитическое исследование методов и алгоритмов искусственного интеллекта // Ежеквартальный рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ», 2020. – Выпуск 3(266). – С. 16-25.
9. Ронжин А.Л., Нгуен В.В., Соленая О.Я. Анализ проблем разработки беспилотных летательных манипуляторов и физического взаимодействия БЛА с наземными объектами // Труды МАИ, 2018. – № 98.
10. Орешина М.Н., Фехретдинова Л.Н. Интеграция методов моделирования для исследования характеристик беспилотных летательных аппаратов // Труды МАИ, 2025. – № 142.

**Орешина Марина Николаевна**

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва

Доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная информатика и информационная безопасность»

Тел.: 8 (495) 800-12-00

E-mail: Oreshina.MN@rea.ru

**Фехретдинова Линара Наилевна**

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва

Аспирант кафедры «Прикладная информатика и информационная безопасность»

Тел.: 8 (495) 800-12-00

E-mail: lfekhretdinova@gmail.com

---

M.N. OREShINA (*Doctor of Engineering Sciences,  
Professor of the Department of Applied Informatics and Information Security*)

L.N. FEXRETDINOVA (*Post-graduate Student of the Department  
of Applied Informatics and Information Security  
Plekhanov Russian University of Economics, Moscow*)

**ANALYSIS OF MACHINE LEARNING METHODS FOR RECOGNITION  
AND IDENTIFICATION OF UAVS BY THEIR DESIGN FEATURES**

*The article provides an analytical review of artificial intelligence methods used for image recognition in relation to the identification of UAV structures based on images and video images of objects in the air during their flight. A comparative description of the accuracy and time of recognition of Bayesian methods, support vectors, and convolutional neural networks has been compiled. A convolutional neural network model developed in the PyCharm environment based on the Keras library is proposed. The main trends in the development of artificial intelligence in the creation and improvement of UAV designs are considered, which consist in using machine learning algorithms to explore the territory, orientation in airspace during flight.*

**Keywords:** *object recognition; Bayesian method; convolutional neural networks; artificial intelligence; support vector method; unmanned aerial vehicles.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Adnan Darwiche. Modeling and Reasoning with Bayesian Networks. – Cambridge University Press, 2009. – 562 p.
2. Korb Kevin B., Nicholson Ann E. Bayesian Artificial Intelligence. Second edition. – CRC Press, 2010. – 491 p.
3. Rosa J.P.S. et al. Overview of Artificial Neural Networks / J.P.S. Rosa, D.J.D. Guerra, N.C.G. Horta, R.M.F. Martins, N.C.C. Lourenço // Using Artificial Neural Networks for Analog Integrated Circuit Design Automation. – Cham: Springer, 2020. – P. 21-44.
4. Dolgova E.V., Fayzrakhmanov R.A., Kurushin D.S. Decision-making in autonomous mobile robot control system based on active semantic network // XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), 2017. – P. 221-223.
5. Yang T. et al. Semantic Network Based Approach to Compute Term / T. Yang, S. Wu, J. Feng, N. Fu, M. Tian // Semantic Similarity: 3rd International Conference on Electronic Information Technology and Computer Engineering (EITCE), 2019. – P. 654-658.

6. Nikolenko S.I., Sirotkin A.V., Tulup'ev A.L. Osnovy teorii bajesovskih setej. – Sankt-Peterburg: SPbGU, 2019. – 399 s.
7. Komrakov N.Ju., Muzhichek S.M., Skrynnikov A.A. Primenenie bajesovskogo podhoda postroenija logisticheskoy regressii pri obrabotke rezul'tatov ispytaniy na stojkost' jelementov aviacionnyh konstrukcij // Nauchnyj Vestnik MGTU GA, 2018. – Tom 21. – № 2. – С. 132-140.
8. Simankov V.S., Teplouhov S.V. Analiticheskoe issledovanie metodov i algoritmov iskusstvennogo intellekta // Ezhekvartal'nyj recenziruemyj, referiruemyj nauchnyj zhurnal «Vestnik AGU», 2020. – Vypusk 3(266). – С. 16-25.
9. Ronzhin A.L., Nguen V.V., Solenaja O.Ja. Analiz problem razrabotki bespilotnyh letatel'nyh manipulyatorov i fizicheskogo vzaimodejstviya BLA s nazemnymi ob#ektami // Trudy MAI, 2018. – № 98.
10. Oreshina M.N., Fehretdinova L.N. Integracija metodov modelirovanija dlja issledovanija harakteristik bespilotnyh letatel'nyh apparatov // Trudy MAI, 2025. – № 142.

УДК 912.648+656.1/5

В.С. ТОРМОЗОВ

## РАЗРАБОТКА И ОБУЧЕНИЕ КАСКАДНОГО КЛАССИФИКАТОРА ВИОЛЫ-ДЖОНСА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

*Данная работа посвящена разработке и исследованию метода автоматического распознавания дорожного покрытия в сложных городских условиях. В таких условиях на процесс распознавания оказывают влияние множество факторов, включая архитектурные элементы, транспортные средства, освещение и погодные условия, что существенно усложняет задачу. Основной целью исследования является создание устойчивого и высокоточного алгоритма, способного функционировать в различных сценариях использования. Предложен метод, основанный на каскадной классификации, который последовательно обрабатывает изображения, поэтапно исключая маловероятные гипотезы. В основу алгоритма положены визуальные признаки, такие как текстура, цвет и форма, что обеспечивает высокую точность и устойчивость к внешним помехам. Алгоритм интегрирует методы машинного обучения, традиционные признаки и глубокое обучение, что позволяет достичь высокой вычислительной эффективности и точности. Он обладает адаптивностью к различным условиям съемки и масштабам входных данных, что делает его универсальным инструментом для анализа городской среды. Экспериментальные исследования, проведенные на реальных данных, подтвердили работоспособность предложенного метода. Результаты демонстрируют его устойчивость к изменениям освещенности, перекрытиям объектов и другим внешним факторам.*

*Практическое применение разработанного метода возможно в таких областях, как картографирование, навигация и мониторинг транспортной инфраструктуры. Это позволит повысить эффективность управления городскими транспортными системами и улучшить качество предоставляемых услуг.*

*Данное исследование открывает новые перспективы для интеграции с методами глубокого обучения, семантической сегментации и трехмерного моделирования. Это создаст основу для разработки комплексных систем анализа городской среды и интеллектуального управления транспортом. Разработка данного метода является важным шагом на пути к созданию интеллектуальных систем, способных функционировать в реальных условиях городской среды.*

**Ключевые слова:** компьютерное зрение; детектирование дорог; классификатор Виолы-Джонса; признаки Хаара; сегментация изображений; урбанистические сцены.

©Тормозов В.С., 2026

*Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, дополнительное соглашение от 21.04.2020, № 075-02-2020-1529/1.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев А.А. Сравнение эффективности классификации методов выделения контуров на примере изображений дорожного покрытия // XXI век: итоги прошлого и проблемы

- настоящего плюс, 2023. – Т. 12. – № 1(61). – С. 23-28.
2. Кондранин Т.В. Сегментация и определение структурных особенностей объектов окружающей среды на основе спектрально-текстурной обработки разномасштабных спутниковых изображений // Материалы 19-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», 2021. – С. 34-34.
  3. Тормозов В.С. Разработка и исследование метода автоматического выделения уличной дорожной сети города на основе данных спутниковой съемки. – Промышленные АСУ и контроллеры, 2020. – № 2. – С. 3-7.
  4. Shein V.A., Pak A.O. Road lane line detection with Hough transform // Theoretical & Applied Science, 2020. – № 12(92). – P. 401-408.
  5. Пушак О.Н. Методика исследования программы автоматизированного трассирования автомобильных дорог на покрытых лесом территориях // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»: сборник материалов по итогам учебной, научно-исследовательской и практической деятельности. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2023. – С. 429-434.
  6. Тормозов В.С. Улучшение работы алгоритма детектирования и классификации транспортных средств на спутниковых снимках путем сокращения области поиска с использованием геоинформации о дорогах // Вестник Российского нового университета. – Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление, 2019. – № 2. – С. 56-63.
  7. Podolskaia E.S. Remote sensing data from space for road image recognition in the forestry // Forest Science Issues, 2023. – Vol. 6. – № 1. – P. 90-104.
  8. Павлов М. П. Семантическая сегментация спутниковых снимков Республики Карелия с помощью спектрального анализа местности свёрточной нейронной сетью // StudArctic Forum. – Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2024. – Т. 9. – № 2. – С. 80-89.
  9. Тусикова А.А., Вихтенко Э.М. О распознавании автомобильных дорог на спутниковых снимках с использованием свёрточных сетей MASK-RCNN // V Международная конференция «Информационные технологии и высокопроизводительные вычисления» (ITHPC-2019), Хабаровск, Россия, 2019. – С. 308-314.
  10. Подольская Е.С. Использование данных дистанционного зондирования Земли из космоса для распознавания изображения дорог в лесном хозяйстве // Вопросы лесной науки, 2022. – Т. 5. – № 4. – С. 1-21.
  11. Журавлев А.А., Аксенов К. А. Повышение качества изображений дорожного покрытия на основе подходов морфологической обработки // Инженерный вестник Дона, 2023. – № 7(103). – С. 404-413.
  12. Тормозов В.С., Василенко К.А., Золкин А.Л. Настройка и обучение многослойного персептрона для задачи выделения дорожного покрытия на космических снимках города. – Программные продукты и системы, 2020. – Т. 33. – № 2. – С. 343-348.
  13. Тимофеев А.Н. Этапы развития и возможности аэрокосмической техники в экомониторинговых исследованиях дорожно-транспортного комплекса и других наземных объектов // Журнал естественнонаучных исследований, 2022. – Т. 7. – № 4. – С. 39-49.
  14. Subtsel'naya T.A. et al. Prospects for the use of artificial intelligence technologies in the digital economy / T.A. Subtsel'naya, S.A. Tishchenko, A.L. Zolkin, V.S. Tormozov, A.D. Dmitriev // AIP conference proceedings: Proceedings of The IV International Conference On Modernization, Innovations, Progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022, Krasnoyarsk, 12-30 апреля 2022 года. – Vol. 3021. – Melville: AIP PUBLISHING, 2024. – P. 040012.
  15. Панютищева А.А. и др. Применение современных методов сбора геоданных для целей мониторинга территорий / А.А. Панютищева, Е. Д. Беркова, Д.А. Гура, Р.А. Дьяченко // Астраханский вестник экологического образования, 2023. – № 6(78). – С. 58-63.
  16. Золкин А.Л. и др. Тезисы к вопросу методологии программного обеспечения применения технологии нейросетевого аппарата распознавания / А.Л. Золкин, В.С. Тормозов, Ю.В. Гуменникова, И.В. Степина // Вестник Российского нового университета. – Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление, 2022. – № 4. – С. 129-136.
  17. Бабаян П.В., Кожина Е.С. Автоматическое выделение объектов в видеоинформационной системе в условиях масштабных преобразований // Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2022): 24-я Международная конференция, Москва, 30 марта – 01 2022 года. – Выпуск: XXIV, 2022. – С. 257-260.

18. Bu Q., Miroevskiy A. Recognition of buildings on satellite images // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2023). Artificial Universe: New Horizons: Proceedings of the 16 th International Conference, Minsk, 17-19 октября 2023 года. – Minsk: Белорусский государственный университет, 2023. – P. 182-185.
19. Пугачев И.Н., Тормозов В.С. Разработка нового метода детектирования и классификации транспортных средств по спутниковым изображениям. – Дороги и мосты, 2023. – № 1(49). – С. 199-220.
20. Журавлев А.А. Сравнение эффективности классификации методов выделения контуров на примере изображений дорожного покрытия // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, 2023. – Т. 12. – № 1(61). – С. 23-28.

**Тормозов Владимир Сергеевич**

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: 007465@togudv.ru

---

V.S. TORMOZOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*)  
*Pacific National University, Khabarovsk*

**DEVELOPMENT AND TRAINING OF A CASCADING VIOLA-JONES  
CLASSIFIER FOR DETECTING ROADWAYS**

*This work is devoted to the development and research of a method for automatic recognition of road surfaces in difficult urban conditions. In such conditions, the recognition process is influenced by many factors, including architectural elements, vehicles, lighting, and weather conditions, which significantly complicates the task. The main purpose of the research is to create a stable and highly accurate algorithm capable of functioning in various use scenarios. A method based on cascade classification is proposed, which sequentially processes images, gradually eliminating unlikely hypotheses. The algorithm is based on visual features such as texture, color, and shape, which ensures high accuracy and resistance to external interference. The algorithm integrates machine learning methods, traditional features, and deep learning, which allows for high computational efficiency and accuracy. It has adaptability to different shooting conditions and input data scales, which makes it a versatile tool for analyzing the urban environment. Experimental studies conducted on real data have confirmed the operability of the proposed method. The results demonstrate its resistance to changes in illumination, overlap of objects and other external factors.*

*Practical application of the developed method is possible in such areas as mapping, navigation and monitoring of transport infrastructure. This will improve the management efficiency of urban transport systems and improve the quality of services provided.*

*This research opens up new perspectives for integration with deep learning, semantic segmentation, and three-dimensional modeling methods. This will create the basis for the development of integrated systems for analyzing the urban environment and intelligent transport management. The development of this method is an important step towards creating intelligent systems capable of operating in real-world urban environments.*

**Keywords:** *computer vision; road detection; Viola-Jones classifier; Haar signs; image segmentation; urban scenes.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Zhuravlev A.A. Sravnenie jeffektivnosti klassifikacii metodov vydelenija konturov na primere izobrazhenij dorozhnogo pokrytija // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego pljus, 2023. – Т. 12. – № 1(61). – С. 23-28.
2. Kondranin T.V. Segmentacija i opredelenie strukturnyh osobennostej ob#ektov okružhajushhej sredy na osnove spektral'no-teksturnoj obrabotki raznomasshtabnyh sputnikovyh izobrazhenij // Materialy 19-j Mezhdunarodnoj konferencii «Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa», 2021. – S. 34-34.
3. Tormozov V.S. Razrabotka i issledovanie metoda avtomaticheskogo vydelenija ulichnoj dorozhnoj seti goroda na osnove dannyh sputnikovoj s#emki. – Promyshlennye ASU i kontrollery, 2020. – № 2. – S. 3-7.
4. Shein V.A., Pak A.O. Road lane line detection with Hough transform // Theoretical & Applied Science, 2020. – № 12(92). – P. 401-408.
5. Pushhak O.N. Metodika issledovanija programmy avtomatizirovannogo trassirovanija avtomobil'nyh dorog na pokrytyh lesom territorijah // Katalog nauchnyh i innovacionnyh razrabotok FGBOU VO «Omskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. P.A. Stolypina»: sbornik materialov po itogam uchebnoj, nauchno-issledovatel'skoj i praktičeskoj dejatel'nosti. – Omsk: Omskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni P.A. Stolypina, 2023. – S. 429-434.
6. Tormozov V.S. Uluchshenie raboty algoritma detektirovanija i klassifikacii transportnyh sredstv na

- sputnikovyh snimkah putem sokrashhenija oblasti poiska s ispol'zovaniem geoinformacii o dorogah // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. – Serija: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie, 2019. – № 2. – S. 56-63.
7. Podolskaia E.S. Remote sensing data from space for road image recognition in the forestry // Forest Science Issues, 2023. – Vol. 6. – № 1. – P. 90-104.
  8. Pavlov M. P. Semanticheskaja segmentacija sputnikovyh snimkov Respubliki Karel'ija s pomoshh'ju spektral'nogo analiza mestnosti svjortochnoj nejronnoj set'ju // StudArctic Forum. – Petrozavodsk: Petrozavodskij gosudarstvennyj universitet, 2024. – T. 9. – № 2. – S. 80-89.
  9. Tusikova A.A., Vihtenko Je.M. O raspoznavanii avtomobil'nyh dorog na sputnikovyh snimkah s ispol'zovaniem svjortochnyh setej MASK-RCNN // V Mezhdunarodnaja konferencija «Informacionnye tehnologii i vysokoproizvoditel'nye vychislenija» (ITHPC-2019), Habarovsk, Rossiya, 2019. – S. 308-314.
  10. Podol'skaja E.S. Ispol'zovanie dannyh distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa dlja raspoznavanija izobrazhenija dorog v lesnom hozjajstve // Voprosy lesnoj nauki, 2022. – T. 5. – № 4. – S. 1-21.
  11. Zhuravlev A.A., Aksenov K. A. Povysenie kachestva izobrazhenij dorozhnogo pokrytija na osnove podhodov morfologicheskoi obrabotki // Inzhenernyj vestnik Dona, 2023. – № 7(103). – S. 404-413.
  12. Tormozov V.S., Vasilenko K.A., Zolkin A.L. Nastrojka i obuchenie mnogoslojnogo perseptrona dlja zadachi vydelenija dorozhnogo pokrytija na kosmicheskikh snimkah goroda. – Programmnye produkty i sistemy, 2020. – T. 33. – № 2. – S. 343-348.
  13. Timofeev A.N. Jetapy razvitiya i vozmozhnosti ajerokosmicheskoi tehniki v jekomonitoringovyh issledovanijah dorozhno-transportnogo kompleksa i drugih nazemnyh ob#ektov // Zhurnal estestvennonauchnyh issledovanij, 2022. – T. 7. – № 4. – S. 39-49.
  14. Subtsel'naya T.A. et al. Prospects for the use of artificial intelligence technologies in the digital economy / T.A. Subtsel'naya, S.A. Tishchenko, A.L. Zolkin, V.S. Tormozov, A.D. Dmitriev // AIP conference proceedings: Proceedings of The IV International Conference On Modernization, Innovations, Progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022, Krasnoyarsk, 12-30 aprelja 2022 goda. – Vol. 3021. – Melville: AIP PUBLISHING, 2024. – P. 040012.
  15. Panjutishheva A.A. i dr. Primenenie sovremennyh metodov sbora geodannyh dlja celej monitoringa territorij / A.A. Panjutishheva, E. D. Berkova, D.A. Gura, R.A. D'jachenko // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija, 2023. – № 6(78). – S. 58-63.
  16. Zolkin A.L. i dr. Tezisy k voprosu metodologii programmnoho obespechenija primenenija tehnologii nejrosetevogo apparata raspoznavanija / A.L. Zolkin, V.S. Tormozov, Ju.V. Gumennikova, I.V. Stepina // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. – Serija: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie, 2022. – № 4. – S. 129-136.
  17. Babajan P.V., Kozhina E.S. Avtomaticheskoe vydelenie ob#ektov v videoinformacionnoj sisteme v uslovijah masshtabnyh preobrazovanij // Cifrovaja obrabotka signalov i ejo primenenie (DSPA-2022): 24-ja Mezhdunarodnaja konferencija, Moskva, 30 marta – 01 2022 goda. – Vypusk: XXIV, 2022. – S. 257-260.
  18. Bu Q., Miroevskiy A. Recognition of buildings on satellite images // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2023). Artificial Universe: New Horisont: Proceedings of the 16 th International Conference, Minsk, 17-19 oktjabrja 2023 goda. – Minsk: Belorusskij gosudarstvennyj universitet, 2023. – P. 182-185.
  19. Pugachev I.N., Tormozov V.S. Razrabotka novogo metoda detektirovanija i klassifikacii transportnyh sredstv po sputnikovym izobrazhenijam. – Dorogi i mosty, 2023. – № 1(49). – S. 199-220.
  20. Zhuravlev A.A. Sravnenie jeffektivnosti klassifikacii metodov vydelenija konturov na primere izobrazhenij dorozhnogo pokrytija // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego pljus, 2023. – T. 12. – № 1(61). – S. 23-28.

*ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ*

УДК 004.91

Ю.А. БЕЛЕВСКАЯ, В.Т. ЕРЕМЕНКО, Л.А. ЛЕКАРЬ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ ДАННЫХ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЗА СЧЕТ ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ  
ИНОСТРАННОГО ГРАЖДАНИНА**

*В статье рассматриваются актуальные проблемы разработки цифрового профиля иностранного гражданина, предоставляющего возможность въезда на территорию Российской Федерации, доступа к услугам (государственным, банковским, в сфере связи и т.д.) и осуществления различных видов деятельности (работы, учебы). Сформулированы основные принципы формирования цифрового профиля. Предлагаемая концепция цифрового профиля иностранного гражданина, формирует целостную модель учета и контроля миграционных потоков, основанную на интеграции разрозненных государственных информационных ресурсов в единую*

*архитектуру данных. Предполагается, что уникальный идентификатор профиля соединит биометрические шаблоны, установочные сведения, документы различного правового статуса и событийные метаданные, создавая непрерывную хронологию пребывания и социально-экономической активности иностранного лица на территории Российской Федерации. Цифровой профиль иностранного гражданина выступает не только инструментом учета, но и комплексной платформой, нацеленной на повышение прозрачности миграционных процессов, оптимизацию межведомственной координации и укрепление правопорядка через использование современных технологий биометрической аутентификации и больших данных.*

**Ключевые слова:** системы роботизации процессов; Единый информационный ресурс регистрационного и миграционного учета; цифровой профиль иностранного гражданина.

©Белевская Ю.А., Еременко В.Т., Лекарь Л.А., 2026

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Правительство. Постановление от 14 февраля 2007 г. № 94 «О государственной информационной системе миграционного учета» // Собрание законодательства Российской Федерации, 2007. – № 8. – С. 933.
2. Карачурина Л.Б. Миграционные процессы в современной России: тенденции и вызовы // Данные больших исследований: материалы НИУ ВШЭ, 2021. – № 6. – С. 14-27.
3. Возможности и перспективы новейших информационных технологий в регулировании миграционной политики Российской Федерации: автореферат дис... кандидата политических наук: 23.00.02 // Иванова Екатерина Александровна; место защиты: Рос. ун-т дружбы народов. – Москва, 2013. – 28 с.
4. Кубасов И.А. Основные направления развития единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России // «Академическая мысль», 2024. – № 3(28).
5. Налбандян Л., Дреер Н. Современные методологические подходы к изучению использования передовых цифровых технологий в управлении миграцией [Электронный ресурс]. – URL: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.279d89b8-67bd9557-fa89948d-4722d776562/https/www.frontiersin.org/journals/human-dynamics/articles/10.3389/fhumd.2023.1238605/full](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.279d89b8-67bd9557-fa89948d-4722d776562/https/www.frontiersin.org/journals/human-dynamics/articles/10.3389/fhumd.2023.1238605/full)
6. Кубасов И.А., Щетников А.В. О реализации федерального проекта «Искусственный интеллект» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» в сфере внутренних дел // Цифровая трансформация системы МВД России // Сборник научных статей по материалам Международного форума. – В 2-х частях. – Москва, 20 октября 2022 года / Под редакцией И.Г. Чистобородова. – Том Часть 1. – Москва: Академия управления Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2022. – С. 422-428. – EDN QJOAPV.

### **Белевская Юлия Александровна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры информационной безопасности  
Тел.: 8910 304 49 98  
E-mail: belevskaya.ua@gmail.com

### **Еременко Владимир Тарасович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности  
Тел.: 8 906 664 61 61  
E-mail: vip.evt1976@mail.ru

### **Лекарь Людмила Антоновна**

ФГКОУ ВО «Академия управления МВД России», г. Москва  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий  
E-mail: antonna47@bk.ru

Yu.A. BELEVSKAYa (*Candidate of Juridical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Information Security*)

V.T. ERYoMENKO (*Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Professor of Department of Information Security  
Orel State University named after I.S. Turgenyev, Orel*)

L.A. LEKAR' (*Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor of the Department of Information Technologies  
Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow*)

#### METHODOLOGICAL ASPECTS OF INTEGRATING DIVERSE INFORMATION SYSTEM DATA THROUGH A FOREIGN CITIZEN'S DIGITAL PROFILE

*The article discusses the current problems of developing a digital profile of a foreign citizen, which provides an opportunity to enter the territory of the Russian Federation, access to services (governmental, banking, communications, etc.), and carry out various activities (work, study). The main principles of creating a digital profile are formulated. The proposed concept of a digital profile of a foreign citizen forms a holistic model for accounting and controlling migration flows, based on the integration of disparate governmental information resources into a unified data architecture. It is assumed that the unique profile identifier will connect biometric templates, installation information, documents of various legal status, and event metadata, creating a continuous chronology of a foreign person's stay and socio-economic activity in the Russian Federation. The digital profile of a foreign citizen is not only a registration tool, but also a comprehensive platform aimed at increasing the transparency of migration processes, optimizing interdepartmental coordination, and strengthening law enforcement through the use of modern technologies for biometric authentication and big data. It forms a holistic model for the registration and control of migration flows based on the integration of disparate government information resources into a unified data architecture. It is assumed that the unique profile identifier will connect biometric templates, installation information, documents of various legal status, and event metadata, creating a continuous chronology of a foreign person's stay and socio-economic activity in the Russian Federation.*

**Keywords:** *robotic process systems; unified information resource for registration and migration registration; digital profile of a foreign citizen.*

#### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Rossijskaja Federacija. Pravitel'stvo. Postanovlenie ot 14 fevralja 2007 g. № 94 «O gosudarstvennoj informacionnoj sisteme migracionnogo ucheta» // Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii, 2007. – № 8. – S. 933.
2. Karachurina L.B. Migracionnye processy v sovremennoj Rossii: tendencii i vyzovy // Dannye bol'shih issledovanij: materialy NIU VShJe, 2021. – № 6. – S. 14-27.
3. Vozmozhnosti i perspektivy novejsih informacionnyh tehnologij v regulirovanii migracionnoj politiki Rossijskoj Federacii: avtoreferat dis.... kandidata politicheskikh nauk: 23.00.02 // Ivanova Ekaterina Aleksandrovna; mesto zashhity: Ros. un-t druzhby narodov. – Moskva, 2013. – 28 s.
4. Kubasov I.A. Osnovnye napravlenija razvitija edinoj sistemy informacionno-analiticheskogo obespechenija dejatel'nosti MVD Rossii // «Akademicheskaja mysl'», 2024. – № 3(28).
5. Nalbandjan L., Dreer N. Sovremennye metodologicheskie podhody k izucheniju ispol'zovanija peredovyh cifrovyyh tehnologij v upravlenii migraciej [Elektronnyj resurs]. – URL:[https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.279d89b8-67bd9557-fa89948d-4722d776562/https/www.frontiersin.org/journals/human-dynamics/articles/10.3389/fhumd.2023.1238605/full](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.279d89b8-67bd9557-fa89948d-4722d776562/https/www.frontiersin.org/journals/human-dynamics/articles/10.3389/fhumd.2023.1238605/full)
6. Kubasov I.A., Shhetnikov A.V. O realizacii federal'nogo proekta «Iskusstvennyj intellekt» Nacional'noj programmy «Cifrovaja jekonomika Rossijskoj Federacii» v sfere vnutrennih del // Cifrovaja transformacija sistemy MVD Rossii // Sbornik nauchnyh statej po materialam Mezhdunarodnogo foruma. – V 2-h chastjah. – Moskva, 20 oktjabrja 2022 goda / Pod redakciej I.G. Chistoborodova. – Tom Chast' 1. – Moskva: Akademija upravlenija Ministerstva vnutrennih del Rossijskoj Federacii, 2022. – S. 422-428. – EDN QJOAPV.

УДК 004.93

О.Э. ЛЫСКОВ, А.О. МОРЛАНГ, А.А. СТЫЧУК, А.Ю. УЖАРИНСКИЙ

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО УХОДУ ЗА РАСТЕНИЯМИ

*В данной статье авторы проводят проектирование рекомендательной системы по уходу за растениями. Для этого проведено описание теоретического обоснования и актуальности разработки, проведен анализ конкурентов, выделены функциональные и нефункциональные требования. Для наглядного представления взаимодействия пользователя с разрабатываемым программным решением была использована диаграмма вариантов использования в нотации UML.*

**Ключевые слова:** рекомендательная система; уход за растениями; функциональные и нефункциональные требования; диаграмма вариантов использования; UML; мобильное приложение; ОС Android.

© Лысков О.Э., Морланг А.О., Стычук А.А., Ужаринский А.Ю., 2026

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федотов В.А. и др. Растениеводство: учебник / В.А. Федотов, С.В. Кадыров, Д.И. Щедрина, О.В. Столяров // Под ред. В.А. Федотова. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 336 с.
2. Портер М. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов; пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 453 с.
3. Архипов П.О., Стычук А.А. Разработка методики анализа графических данных для идентификации объектов с использованием нейросетевой технологии // Информационные системы и технологии, 2024. – Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева. – № 2(142). – 127 с. – С. 46-54.
4. Вигерс К., Битти Дж. Разработка требований к программному обеспечению, 3-е изд., дополненное; пер. с англ. — М.: Издательство «Русская редакция»; СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 736 с.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015. Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов. – М.: Стандартинформ, 2018.

#### **Лысков Олег Эдуардович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 961 624 22 25  
E-mail: rcfio\_loe@mail.ru

#### **Морланг Анна Олеговна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Студент  
Тел.: 8 (4862) 43-49-56  
E-mail: ann.kenway@mail.ru

#### **Стычук Алексей Александрович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 (4862) 43-49-56  
E-mail: stichuck@yandex.ru

#### **Ужаринский Антон Юрьевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 (4862) 43-49-56  
E-mail: udjal89@mail.ru

O.E' LY'SKOV (*Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies*)

A.O. MORLANG (*Student*)

A.A. STY'ChUK (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies*)

A.Yu. UZhARINSKIJ (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies*)  
*Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel*

### PLANT CARE RECOMMENDATION SYSTEM DESIGN

*In this article, the authors design a recommendation system for plant care. For this, a description of the theoretical justification and relevance of the development was carried out, an analysis of competitors was carried out, functional and non-functional requirements were identified. To visualize the user's interaction with the software solution being developed, a diagram of use cases in UML notation was used.*

**Keywords:** *recommendation system; plant care; functional and non-functional requirements; Use case diagram; UML; mobile application; OC Android.*

### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Fedotov V.A. i dr. Rasteniyevodstvo: uchebnik / V.A. Fedotov, S.V. Kadyrov, D.I. Shhedrina, O.V. Stoljarov // Pod red. V.A. Fedotova. – SPb.: Izdatel'stvo «Lan», 2015. – 336 s.
2. Porter M. Konkurentnaja strategija: Metodika analiza otraslej i konkurentov; per. s angl. – 3-e izd. – M.: Al'pina Biznes Buks, 2007. – 453 s.
3. Arhipov P.O., Stychuk A.A. Razrabotka metodiki analiza graficheskikh dannyh dlja identifikacii ob#ektov s ispol'zovaniem nejrosetevoj tehnologii // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2024. – Orel: OGU im. I.S. Turgeneva. – № 2(142). – 127 s. – S. 46-54.
4. Vigers K., Bitti Dzh. Razrabotka trebovanij k programmnomu obespecheniju, 3-e izd., dopolnennoe; per. s angl. – M.: Izdatel'stvo «Russkaja redakcija»; SPb.: BHV-Peterburg, 2014. – 736 s.
5. GOST R ISO/MJeK 25010-2015. Informacionnye tehnologii. Sistemnaja i programmaja inzhenerija. Trebovanija i ocenka kachestva sistem i programmogo obespechenija (SQuaRE). Modeli kachestva sistem i programmnyh produktov. – M.: Standartinform, 2018.

УДК 681.7.068

Р.А. ОРЕШИН

### ГЕНЕРАЦИЯ И ПРОВЕРКА КОДА С ПОМОЩЬЮ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В БЕЗОПАСНОЙ РАЗРАБОТКЕ

*Большие языковые модели (LLM) за последние годы показали заметный потенциал в задачах генерации программного кода. Вначале LLM разрабатывались для обработки естественного языка, однако благодаря включению огромного объема исходного кода в обучающие данные они сумели освоить синтаксис и семантику языков программирования, алгоритмы и парадигмы программирования, что позволило моделям преобразовывать описания на естественном языке в работающий код – фактически, транслировать неформальные спецификации в исполняемые программы. При этом основным вопросом остается не только функциональная корректность генерируемых решений, но и их соответствие требованиям безопасной разработки программного обеспечения, в частности устойчивость к типовым уязвимостям, таким как SQL-инъекции, некорректная обработка ввода, ошибки управления памятью и нарушение принципов разграничения доступа.*

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект; большие языковые модели; инструменты для генерации и проверки программного кода; безопасное программное обеспечение; ошибка кода; фреймворк; тест-кейсы; prompt-инжиниринг.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khan A.A., Khattak M.A.K., Khan A.A. Meta-analysis of large language models: benchmarking DeepSeek-R1 against ChatGPT, Gemini, Qwen, and LLaMA, 2025. – Journal of Big Data.
2. Evstafev E. Token-hungry, yet precise: DeepSeek R1 highlights the need for multi-step reasoning over speed in MATH. Jan. 30, 2025, arXiv preprint arXiv: 2501.18576.
3. Peters U., Chin-Yee B. Generalization bias in large language model summarization of scientific research. Mar. 28, 2025, arXiv preprint.
4. Parla V. et al. Llm technology for polymorphic generation of samples of malware for modeling, grouping, detonation and analysis / V. Parla, A. Zawadowskiy, B. Anderson, H. M. Latapie, O. Bessonov, D. A. McGrew, M. Roytman, T. Bu, W. M. Hudson, N. Cam-Winget. – Oct. 3, 2024, uS Patent App.; 18/360,676.

**Орешин Роман Андреевич**

ФГКБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел

Сотрудник

Тел: 8 (4862) 54-99-18

E-mail: oreshin.roman.ggle@gmail.com

---

R.A. ORESHIN (*Employee*)

*The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel*

### GENERATION AND VERIFICATION OF CODE USING LARGE LANGUAGE MODELS IN SECURE DEVELOPMENT

*Large Language Models (LLMs) have shown notable potential in software code generation tasks in recent years. Initially developed for natural language processing, LLMs have been able to learn the syntax and semantics of programming languages, algorithms, and programming paradigms by incorporating a vast amount of source code into their training data, enabling them to convert natural language descriptions into working code, effectively translating informal specifications into executable programs. At the same time, the main issue remains not only the functional correctness of the generated solutions, but also their compliance with the requirements of secure software development, in particular, their resistance to common vulnerabilities such as SQL injections, incorrect input processing, memory management errors, and violations of access control principles.*

**Keywords:** *artificial intelligence; large language models; tools for generating and verifying software code; secure software; code error; framework; test cases; prompt engineering.*

### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Khan A.A., Khattak M.A.K., Khan A.A. Meta-analysis of large language models: benchmarking DeepSeek-R1 against ChatGPT, Gemini, Qwen, and LLaMA, 2025. – Journal of Big Data.
2. Evstafev E. Token-hungry, yet precise: DeepSeek R1 highlights the need for multi-step reasoning over speed in MATH. Jan. 30, 2025, arXiv preprint arXiv: 2501.18576.
3. Peters U., Chin-Yee B. Generalization bias in large language model summarization of scientific research. Mar. 28, 2025, arXiv preprint.
4. Parla V. et al. Llm technology for polymorphic generation of samples of malware for modeling, grouping, detonation and analysis / V. Parla, A. Zawadowskiy, B. Anderson, H. M. Latapie, O. Bessonov, D. A. McGrew, M. Roytman, T. Bu, W. M. Hudson, N. Cam-Winget. – Oct. 3, 2024, uS Patent App.; 18/360,676.

## ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦЕНТРЫ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМИ ГОРОДАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*В статье рассматривается актуальная проблема перегрузки операторов центров управления умными городами большими объемами данных, что негативно отражается на скорости реагирования на инциденты. Представлен краткий обзор зарубежного опыта функционирования подобных центров, выявлены общие ограничения существующих подходов к работе с информацией. Автором предложена новая модель интеграции технологий искусственного интеллекта в работу ситуационных центров, позволяющая автоматизировать процессы анализа входящей информации и поддержки принятия решений в режиме реального времени. Разработанная модель включает модули автоматического сбора данных, интеллектуальной обработки и прогнозирования, распознавания образов на основе компьютерного зрения, базы знаний для выбора оптимальных сценариев реагирования, а также интеллектуальный интерфейс взаимодействия с оператором. Особое внимание уделено практическим преимуществам предлагаемой системы, выражающимся в значительном сокращении времени реакции на возникающие события, снижении когнитивной нагрузки и повышении точности принимаемых решений.*

**Ключевые слова:** центры управления; ситуационный центр; умный город; искусственный интеллект; автоматизация анализа данных; интеллектуальные системы; скорость принятия решений; информационная перегрузка операторов; машинное обучение; компьютерное зрение.

© Таксимов А.Б., 2026

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бышевой М.Е., Любская О.Г. Искусственный интеллект в системе «умный город» // Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы: сб. науч. тр. IX Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 25-27 марта 2023 г.). – Т. 1. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2023. – С. 302-305.
2. Зуб А.Т., Петрова К.С. Искусственный интеллект в корпоративном управлении: возможности и границы применения // Государственное управление. Электронный вестник, 2022. – № 94. – С. 173-187.
3. Касатиков Н.Н., Брехов О.М., Николаева Е.О. Интеграция технологий искусственного интеллекта и Интернета вещей для расширенного мониторинга и оптимизации энергетических объектов в умных городах // Труды МАИ, 2023. – № 131. – Статья 23.
4. Мартышкин А.В. Отечественный и зарубежный опыт внедрения искусственного интеллекта в систему «умный город» // Наука и общество: инструменты и решения глобальных проблем современности: сб. науч. тр. по материалам II Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 06 марта 2024 г.). – СПб.: Печатный цех, 2024. – С. 49-52.
5. Милькина И.В., Косарин С.П. Искусственный интеллект в системе управления городом // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика: материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 04-05 декабря 2017 г.). – Вып. 3. – М.: Государственный университет управления, 2017. – С. 258-264.
6. Наролина Т.С., Смотрова, Т.И. Возможности применения искусственного интеллекта для реализации концепции «умного города» // Актуальные проблемы развития отраслевых рынков: национальный и региональный уровень: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 04 апреля 2024 г.). – Воронеж: Изд.-полигр. центр «Научная книга», 2024. – С. 97102.
7. Расходчиков А.Н. Искусственный интеллект и «умный город»: от цифровизации к городу-инновации // Социально-политические науки, 2022. – Т. 12. – № 4. – С. 47-54.

8. Чмир Ю.Э., Карелин Д.В. Пути интеграции автоматизированного процесса и адаптация искусственного интеллекта при разработке проектных решений // Приволжский научный журнал, 2021. – № 1(57). – С. 84-91.
9. Alahi, M.E.E. et al. Integration of IoT-Enabled Technologies and Artificial Intelligence (AI) for Smart City Scenario: Recent Advancements and Future Trends / M.E.E. Alahi, A. Sukkuea, F.W. Tina, A. Nag, W. Kurdthongmee, K. Suwannarat, S.C. Mukhopadhyay // Sensors, 2023. – Vol. 23. – № 11. – Статья 5206 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3390/s23115206> (дата обращения: 09.07.2025).
10. Balachandar S., Chinnaiyan R. Secure solutions for Smart City Command Control Centre using AIOT // arXiv.org, 2021 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.00003> (дата обращения: 09.07.2025).
11. Dias T. et al. From Data to Action: Exploring AI and IoT-driven Solutions for Smarter Cities / T. Dias, T. Fonseca, J. Vitorino, A. Martins, S. Malpique, I. Praça // arXiv.org, 2023. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.04653> (дата обращения: 09.07.2025).
12. Herath H.M.K.K.M.B., Mittal M. Adoption of artificial intelligence in smart cities: A comprehensive review // International Journal of Information Management Data Insights, 2022. – Vol. 2. – № 1. – Статья 100076 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2022.100076> (дата обращения: 09.07.2025).
13. Wolniak R., Stecula K. Artificial Intelligence in Smart Cities – Applications, Barriers, and Future Directions: A Review // Smart Cities, 2024. – Vol. 7. – № 3. – С. 1346-1389 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3390/smartcities7030057> (дата обращения: 09.07.2025).
14. Allam Z. On big data, artificial intelligence and smart cities // Cities, 2019. – Т. 89. – С. 80-91. – URL: <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2019.01.032> (дата обращения: 09.07.2025).
15. Kalenyuk I., Bohun M., Djakona V. Investing in intelligent smart city technologies // Baltic Journal of Economic Studies, 2023. – Т. 9. – № 2. – С. 59-66 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/investing-in-intelligent-smart-city-technologies> (дата обращения: 09.07.2025).
16. Ullah A. et al. Smart cities: the role of Internet of Things and machine learning in realizing a data-centric smart environment / A. Ullah, S.M. Anwar, J. Li, L. Nadeem, T. Mahmood, A. Rehman, T. Saba // Complex & Intelligent Systems, 2024. – Т. 10. – С. 1607-1637 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1007/s40747-023-01175-4> (дата обращения: 09.07.2025).

**Таксимов Аскар Боранбаевич**

Городской центр мониторинга и оперативного реагирования при акимате Астаны, г. Астана, Республика Казахстан

Руководитель

Университетский колледж Лондона

Магистр наук строительства и городского проектирования в развитии

E-mail: [askar.taximov@yandex.ru](mailto:askar.taximov@yandex.ru)

Телефон: 8 701 722 49 90

---

A.B. TAKSIMOV (Head)

*The City Center of Monitoring and Rapid Response of Astana City's Municipal Government,  
Astana, Republic of Kazakhstan*

*(Master of science in Building and Urban design in development)*

*University College London*

**TECHNOLOGY TO INTEGRATE ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
INTO SMART CITY CONTROL CENTERS FOR FASTER DECISION-MAKING**

*The article considers the current problem of overload of operators of smart city control centers with large amounts of data, which negatively affects the speed of response to incidents. A brief overview of the foreign experience of operation of such centers is presented, general limitations of existing approaches to work with information are identified. The author proposes a new model of integration of artificial intelligence technologies into the work of situation centers, allowing to automate processes of analysis of incoming information and support decision making in*

*real time. The developed model includes modules for automatic data collection, intelligent processing and forecasting, recognition of images based on computer vision, knowledge base for selection of optimal response scenarios, as well as an intelligent interface for interaction with the operator. Particular attention is given to the practical advantages of the proposed system, expressed in a significant reduction of reaction time to emerging events, reduction of cognitive load and improvement of decision accuracy.*

**Keywords:** *control centers; situation center; smart city; artificial intelligence; automation of data analysis; intelligent systems; speed of decision making; information overload of operators; machine training; computer vision.*

#### BIBLIOGRAPHY TRANSLITERATED

1. Byshevoj M.E., Ljubskaja O.G. Iskusstvennyj intellekt v sisteme «umnyj gorod» // Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovanija v oblasti inkluzivnogo dizajna i tehnologij: opyt, praktika i perspektivy: sb. nauch. tr. IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 25-27 marta 2023 g.). – T. 1. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2023. – S. 302-305.
2. Zub A.T., Petrova K.S. Iskusstvennyj intellekt v korporativnom upravlenii: vozmozhnosti i granicy primeneniya // Gosudarstvennoe upravlenie. Jelektronnyj vestnik, 2022. – № 94. – S. 173-187.
3. Kasatikov N.N., Brehov O.M., Nikolaeva E.O. Integracija tehnologij iskusstvennogo intellekta i Interneta veshhej dlja rasshirenogo monitoringa i optimizacii jenergeticheskikh ob#ektov v umnyh gorodah // Trudy MAI, 2023. – № 131. – Stat'ja 23.
4. Martyshkin A.V. Otechestvennyj i zarubezhnyj opyt vnedrenija iskusstvennogo intellekta v sistemu «umnyj gorod» // Nauka i obshhestvo: instrumenty i reshenija global'nyh problem sovremennosti: sb. nauch. tr. po materialam II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 06 marta 2024 g.). – SPb.: Pечатnyj ceh, 2024. – S. 49-52.
5. Mil'kina I.V., Kosarin S.P. Iskusstvennyj intellekt v sisteme upravlenija gorodom // Shag v budushhee: iskusstvennyj intellekt i cifrovaja jekonomika: materialy I Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 04-05 dekabrja 2017 g.). – Vyp. 3. – M.: Gosudarstvennyj universitet upravlenija, 2017. – S. 258-264.
6. Narolina T.S., Smotrova, T.I. Vozmozhnosti primeneniya iskusstvennogo intellekta dlja realizacii koncepcii «umnogo goroda» // Aktual'nye problemy razvitija otraslevykh rynkov: nacional'nyj i regional'nyj uroven': sb. st. VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Voronezh, 04 aprilja 2024 g.). – Voronezh: Izd.-poligr. centr «Nauchnaja kniga», 2024. – S. 97102.
7. Rashodchikov A.N. Iskusstvennyj intellekt i «umnyj gorod»: ot cifrovizacii k gorodu-innovacii // Social'no-politicheskie nauki, 2022. – T. 12. – № 4. – S. 47-54.
8. Chmir Ju.Je., Karelin D.V. Puti integracii avtomatizirovannogo processa i adaptacija iskusstvennogo intellekta pri razrabotke proektnyh reshenij // Privolzhskij nauchnyj zhurnal, 2021. – № 1(57). – S. 84-91.
9. Alahi, M.E.E. et al. Integration of IoT-Enabled Technologies and Artificial Intelligence (AI) for Smart City Scenario: Recent Advancements and Future Trends / M.E.E. Alahi, A. Sukkuea, F.W. Tina, A. Nag, W. Kurdthongmee, K. Suwannarat, S.C. Mukhopadhyay // Sensors, 2023. – Vol. 23. – № 11. – Stat'ja 5206 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.3390/s23115206> (data obrashhenija: 09.07.2025).
10. Balachandar S., Chinnaiyan R. Secure solutions for Smart City Command Control Centre using AIOT // arXiv.org, 2021 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.00003> (data obrashhenija: 09.07.2025).
11. Dias T. et al. From Data to Action: Exploring AI and IoT-driven Solutions for Smarter Cities / T. Dias, T. Fonseca, J. Vitorino, A. Martins, S. Malpique, I. Praça // arXiv.org, 2023. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.04653> (data obrashhenija: 09.07.2025).
12. Herath H.M.K.K.M.B., Mittal M. Adoption of artificial intelligence in smart cities: A comprehensive review // International Journal of Information Management Data Insights, 2022. – Vol. 2. – № 1. – Stat'ja 100076 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2022.100076> (data obrashhenija: 09.07.2025).
13. Wolniak R., Stecuła K. Artificial Intelligence in Smart Cities – Applications, Barriers, and Future Directions: A Review // Smart Cities, 2024. – Vol. 7. – № 3. – S. 1346-1389 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.3390/smartcities7030057> (data obrashhenija: 09.07.2025).
14. Allam Z. On big data, artificial intelligence and smart cities // Cities, 2019. – T. 89. – S. 80-91. – URL: <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2019.01.032> (data obrashhenija: 09.07.2025).
15. Kalenyuk I., Bohun M., Djakona V. Investing in intelligent smart city technologies // Baltic Journal of Economic Studies, 2023. – T. 9. – № 2. – S. 59-66 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/investing-in-intelligent-smart-city-technologies> (data obrashhenija: 09.07.2025).
16. Ullah A. et al. Smart cities: the role of Internet of Things and machine learning in realizing a data-centric smart environment / A. Ullah, S.M. Anwar, J. Li, L. Nadeem, T. Mahmood, A. Rehman, T. Saba // Complex & Intelligent Systems, 2024. – T. 10. – S. 1607-1637 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1007/s40747-023-01175-4> (data obrashhenija: 09.07.2025).

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ И ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ GNSS В СИСТЕМАХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*В представленной статье выполнен комплексный обзор и аналитическое исследование ведущих методов повышения точности позиционирования подвижных объектов на местности с применением спутниковых навигационных сигналов. Доказано, что выбор технологии коррекции оказывает определяющее влияние на эффективность решения практических задач. Наибольшую универсальность для генерации корректирующих сигналов демонстрируют методы, основанные на использовании сетей базовых станций, в частности, кинематическое позиционирование в реальном времени (RTK) и технология виртуальных базовых станций (VRS). Достижение цели исследования осуществляется с использованием методов анализа публикаций, включая использование интернет-ресурсов и электронных баз данных для анализа и систематизации передового зарубежного опыта и современной отечественной практики в направлении разработки инновационных навигационных технологий в сельском хозяйстве.*

**Ключевые слова:** спутниковая система дифференциальной коррекции; спутниковая система дифференциальной коррекции глобальных навигационных спутниковых систем; дифференциальной коррекции глобальных навигационных спутниковых систем; кинематика реального времени; виртуальные базовые станции.

© Ястребов А.В., 2026

*Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ястребов А.В. Обзор систем дифференциальной коррекции определения местоположения сельскохозяйственной техники // Сборник статей X Всероссийской научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (ИТНОП-2025). – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2025. – С. 213-219.
2. Тяпкин В.Н., Гарин Е.Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС: монография. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 260 с. – ISBN 978-5-7638-2639-5.
3. Исаев Ю.В. и др. Повышение целостности ГНСС за счет совместного использования СДКМ с другими системами SBAS / Ю.В. Исаев, А.А. Бабурин, Д.А. Сербин, В.Г. Сернов // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы, 2023. – Т. 10. – № 4. – С. 56-66. – EDN RMGMXV.
4. Zhang R., Liu L., Li M. Evaluation of Orbit, Clock and Ionospheric Corrections from Five Currently Available SBAS L1 Services // Remote Sensing, 2019. – Vol. 11. – № 12. – Art. 1465 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/12/1465> (дата обращения: 27.04.2025). – DOI: 10.3390/rs11121465.
5. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ИФК «Каталог», 2002. – 106 с. – ISBN 5-94349-032-9.
6. Крастин А.В. GPS-технологии в оптимизации сельского хозяйства: от параллельного вождения до аэрофото контроля // Сборник научных трудов «Новая парадигма научного знания в цифровую эпоху». – Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2023. – С. 113-123.

7. Vollath U. et al. Long-range RTK positioning using virtual reference stations / U. Vollath, A. Deking, H. Landau, Ch. Pagels // University of Calgary. Department of Geomatics Engineering, 2002 [Электронный ресурс]. – URL: [https://web.archive.org/web/2023/http://www.ucalgary.ca/engo\\_webdocs/SpecialPublications/Kis%2001/PDF/0802/PDF](https://web.archive.org/web/2023/http://www.ucalgary.ca/engo_webdocs/SpecialPublications/Kis%2001/PDF/0802/PDF) (дата обращения: 30.01.2025).
8. Zhang N. Precision Agriculture Technology for Crop Farming. – Boca Raton: CRC Press, 2015. – 326 p.
9. Vollath U et al. Long-range RTK positioning using virtual reference stations / U. Vollath, A. Deking, H. Landau, Ch. Pagels [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.ucalgary.ca/engo\\_webdocs/SpecialPublications/Kis%2001/PDF/0802/PDF](http://www.ucalgary.ca/engo_webdocs/SpecialPublications/Kis%2001/PDF/0802/PDF) (дата обращения: 30.01.2025).
10. Эминов Р.А., Асадов Х.Г. Метод максимально информативной зоны для построения виртуальной базовой станции в кинематических схемах геодезических GPS-сетей // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – Санкт-Петербург, 2014. – Т. 14. – № 6. – С. 124-130 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ntv.ifmo.ru/ru/article/4124/> (дата обращения: 01.04.2025).
11. Wübbena G., Bagge A. Network-Based Techniques for RTK Applications // Proceedings of the GPS Symposium (GPS JIN 2001): November 14-16, 2001, Tokyo, Japan. – Japan Institute of Navigation. – Tokyo: GPS Society of Japan, 2001. – P. 366-375 [Электронный ресурс]. – URL: [[https://www.georp.de/pdf/gpsjin01\\_p.pdf](https://www.georp.de/pdf/gpsjin01_p.pdf)] (дата обращения: 05.05.2025).
12. Ястребов А.В. Сравнение методов высокоточного позиционирования RTK и VRS для применения в агропромышленном комплексе // Сборник статей X Всероссийской научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (ИТНОП-2025). – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2025. – С. 220-227.
13. Teunissen P.J.G., Montenbruck O. Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems – Cham: Springer, 2017. – 1327 p. [Электронный ресурс]. – URL: <https://books.google.ru/books?id=93goDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false> (дата обращения: 05.05.2025). – ISBN 978-3-319-42928-1. – DOI: 10.1007/978-3-319-42928-1.
14. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. GNSS - Global Navigation Satellite Systems. – Wien: Springer, 2008. – 516 p.
15. Марин В.Н. Использование навигационных систем в сельском хозяйстве, на примере курсоуказателя СПО «Трек» // Инновации и инвестиции, 2022. – № 5. – С. 127-131. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-navigatsionnyh-sistem-v-selskom-hozyaystve-na-primere-kursokazatelya-spo-trek> (дата обращения: 15.07.2024).
16. Саметов Д.Е., Жалымбетова И., Сейдегалиев Т.Д. Интеграция ГНСС и инерциальной навигационной системы: Алгоритмы коррекции и повышения точности // Universum: технические науки: электрон. научн. журн., 2025. – № 4(133). – URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/19754> (дата обращения: 18.08.2025).
17. Карцан Т.И. и др. Комплексование гнсс-приемников и инерциальных датчиков / Т.И. Карцан, Д. Д. Дмитриев, И.Н. Карцан, В.Н. Тяпкин, Е.А. Самойлов // Решетневские чтения, 2015.

**Ястребов Александр Владимирович**

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова,

г. Белгород

Аспирант

Тел.: 8 919 430 87 76

E-mail: [sashayastreb2001@gmail.com](mailto:sashayastreb2001@gmail.com)

---

A.V. YaSTREBOV (*Post-graduate Student*)

*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod*

EVALUATION OF THE ACCURACY AND APPLICABILITY OF GNSS DIFFERENTIAL CORRECTION METHODS IN AGRICULTURAL EQUIPMENT POSITIONING SYSTEMS

*The presented article provides a comprehensive review and analytical study of the leading methods for improving the accuracy of positioning mobile objects on the ground using satellite navigation signals. It is proved that the choice of correction technology has a decisive influence on the effectiveness of solving practical problems. Methods based on the use of base station networks, in particular real-time kinematic positioning (RTK) and virtual base station technology (VRS), demonstrate the greatest versatility for generating corrective signals. The purpose of the research is achieved using methods of publication analysis, including the use of Internet resources and electronic databases to analyze and systematize advanced foreign experience and modern domestic practice in the development of innovative navigation technologies in agriculture.*

**Keywords:** *satellite system of differential correction; satellite system of differential correction of global navigation satellite systems; differential correction of global navigation satellite systems; real-time kinematics; virtual base stations.*

BIBLIOGRAPHY TRANSLITERATED

1. Jastrebov A.V. Obzor sistem differencial'noj korrekcii opredelenija mestopolozhenija sel'skohozjajstvennoj tehniki // Sbornik statej X Vserossijskoj nauchno-tehnicheskaja konferencii «Informacionnye tehnologii v nauke, obrazovanii i proizvodstve» (ITNOP-2025). – Orel: Orlovskij gosudarstvennyj universitet imeni I.S. Turgeneva, 2025. – S. 213-219.
2. Tjapkin V.N., Garin E.N. Metody opredelenija navigacionnyh parametrov podviznyh sredstv s ispol'zovaniem sputnikovoj radionavigacionnoj sistemy GLONASS: monografija. – Krasnojarsk: Sib. feder. un-t, 2012. – 260 s. – ISBN 978-5-7638-2639-5.
3. Isaev Ju.V. i dr. Povyshenie celostnosti GNSS za schet sovместnogo ispol'zovanija SDKM s drugimi sistemami SBAS / Ju.V. Isaev, A.A. Baburin, D.A. Serbin, V.G. Sernov // Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informacionnye sistemy, 2023. – T. 10. – № 4. – S. 56-66. – EDN RMGMXV.
4. Zhang R., Liu L., Li M. Evaluation of Orbit, Clock and Ionospheric Corrections from Five Currently Available SBAS L1 Services // Remote Sensing, 2019. – Vol. 11. – № 12. – Art. 1465 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/12/1465> (data obrashhenija: 27.04.2025). – DOI: 10.3390/rs11121465.
5. Serapinas B.B. Global'nye sistemy pozicionirovanija. – 3-e izd., ispr. i dop. – M.: IFK «Katalog», 2002. – 106 s. – ISBN 5-94349-032-9.
6. Krastin A.V. GPS-tehnologii v optimizacii sel'skogo hozjajstva: ot parallel'nogo vozhdenija do ajerofoto kontrolja // Sbornik nauchnyh trudov «Novaja paradigma nauchnogo znanija v cifrovuju jepohu». – Belgorod: OOO Agentstvo perspektivnyh nauchnyh issledovanij (APNI), 2023. – S. 113-123.
7. Vollath U. et al. Long-range RTK positioning using virtual reference stations / U. Vollath, A. Deking, H. Landau, Ch. Pagels // University of Calgary. Department of Geomatics Engineering, 2002 [Jelektronnyj resurs]. – URL: [https://web.archive.org/web/2023/http://www.ucalgary.ca/engo\\_webdocs/SpecialPublications/Kis%2001/PDF/0802/PDF](https://web.archive.org/web/2023/http://www.ucalgary.ca/engo_webdocs/SpecialPublications/Kis%2001/PDF/0802/PDF) (data obrashhenija: 30.01.2025).
8. Zhang N. Precision Agriculture Technology for Crop Farming. – Boca Raton: CRC Press, 2015. – 326 p.
9. Vollath U et al. Long-range RTK positioning using virtual reference stations / U. Vollath, A. Deking, H. Landau, Ch. Pagels [Jelektronnyj resurs]. – URL: [http://www.ucalgary.ca/engo\\_webdocs/SpecialPublications/Kis%2001/PDF/0802/PDF](http://www.ucalgary.ca/engo_webdocs/SpecialPublications/Kis%2001/PDF/0802/PDF) (data obrashhenija: 30.01.2025).
10. Jeminov R.A., Asadov H.G. Metod maksimal'no informativnoj zony dlja postroenija virtual'noj bazovoj stancii v kinematicheskikh shemah geodezicheskikh GPS-setej // Nauchno-tehnicheskij vestnik informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki. – Sankt-Peterburg, 2014. – T. 14. – № 6. – S. 124-130 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ntv.ifmo.ru/ru/article/4124/> (data obrashhenija: 01.04.2025).
11. Wübbena G., Bagge A. Network-Based Techniques for RTK Applications // Proceedings of the GPS Symposium (GPS JIN 2001): November 14-16, 2001, Tokyo, Japan. – Japan Institute of Navigation. – Tokyo: GPS Society of Japan, 2001. – P. 366-375 [Jelektronnyj resurs]. – URL: [\[https://www.geopp.de/pdf/gpsjin01\\_p.pdf\]](https://www.geopp.de/pdf/gpsjin01_p.pdf) (data obrashhenija: 05.05.2025).
12. Jastrebov A.V. Sravnenie metodov vysokotochnogo pozicionirovanija RTK i VRS dlja primenenija v agropromyshlennom komplekse // Sbornik statej X Vserossijskoj nauchno-tehnicheskaja konferencii «Informacionnye tehnologii v nauke, obrazovanii i proizvodstve» (ITNOP-2025). – Orel: Orlovskij gosudarstvennyj universitet imeni I.S. Turgeneva, 2025. – S. 220-227.
13. Teunissen P.J.G., Montenbruck O. Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems– Cham: Springer, 2017. – 1327 p. [Jelektronnyj resurs]. – URL:

- <https://books.google.ru/books?id=93goDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false> (data obrashhenija: 05.05.2025). – ISBN 978-3-319-42928-1. – DOI: 10.1007/978-3-319-42928-1.
14. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. GNSS - Global Navigation Satellite Systems. – Wien: Springer, 2008. – 516 p.
  15. Marin V.N. Ispol'zovanie navigacionnyh sistem v sel'skom hozjajstve, na primere kursoukazatelja SPO «Trek» // Innovacii i investicii, 2022. – № 5. – S. 127-131. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-navigatsionnyh-sistem-v-selskom-hozyaystve-na-primere-kursoukazatelya-spo-trek> (data obrashhenija: 15.07.2024).
  16. Sametov D.E., Zhalymbetova I., Sejdegaliev T.D. Integracija GNSS i inercial'noj navigacionnoj sistemy: Algoritmy korrekcii i povyshenija tochnosti // Universum: tehnicheckie nauki: jelektron. nauchn. zhurn., 2025. – № 4(133). – URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/19754> (data obrashhenija: 18.08.2025).
  17. Karcan T.I. i dr. Kompleksirovanie gnss-priemnikov i inercial'nyh datchikov / T.I. Karcan, D.D. Dmitriev, I.N. Karcan, V.N. Tjapkin, E.A. Samojev // Reshetnevskie chtenija, 2015.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

УДК 004.89: 378.016

С.А. АВДЕЕВ, Н.С. ГУСЕВ, М.Н. СТЕПАНЦЕВИЧ

**НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ –  
ТИПОЛОГИЯ, МЕТОДЫ И СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ**

*В статье предложена системная модель анализа и управления неопределенностью в информационных сервисах вуза, основанная на интеграции вероятностных методов, нечеткой логики, сценарного анализа и поведенческих моделей. Показано, что гибридные подходы позволяют повысить устойчивость, предсказуемость и доверие к системам поддержки принятия решений, обеспечивая адаптацию к динамичной внешней среде. Представлена классификация типов неопределенности и соответствие каждому типу эффективных методов формализации, что создает методологическую основу для проектирования устойчивых образовательных цифровых платформ.*

**Ключевые слова:** неопределенность; образовательные информационные системы; стохастические модели; нечеткие множества; сценарный анализ; эпистемическая неопределенность; поведенческая неопределенность; цифровые образовательные сервисы.

© Авдеев С.А., Гусев Н.С., Степанцевич М.Н., 2026

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Atanassov K.T. et al. Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: New Challenges, Solutions and Perspectives: Selected Papers from BOS-2018, Held on September 24-26, 2018. – IWIFSGN-2018, Held on September 27-28, 2018 in Warsaw, Poland. – Springer Nature, 2020. – Т. 1081.
2. Nikulcheva O.S. Development of decision support system for quality management of university education // Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDECK 2020). – Atlantis Press, 2020. – С. 500-505.
3. Venkatesh V. et al. Managing citizens' uncertainty in e-government services: The mediating and moderating roles of transparency and trust // Information systems research, 2016. – Т. 27. – № 1. – С. 87-111.
4. INCOSE. INCOSE systems engineering handbook. – John Wiley & Sons, 2023.
5. Böhm T., Leimeister J.M., Möslin K. Service systems engineering: a field for future information systems research // Business & Information Systems Engineering, 2014. – Т. 6. – № 2. – С. 73-79.

6. Brozović D., Tregua M. The evolution of service systems to service ecosystems: A literature review //International journal of management reviews, 2022. – Т. 24. – № 4. – С. 459-479.

**Авдеев Станислав Андреевич**

ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва  
Аспирант  
E-mail: avdeev.stanislav@yandex.ru

**Гусев Никита Сергеевич**

ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва  
Аспирант  
E-mail: guseffnikita@mail.ru

**Степанцевич Марина Николаевна**

ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва  
Кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной информатики  
E-mail: stepancevich@rgau-msha.ru

---

S.A. AVDEEV (*Post-graduate Student*)

N.S. GUSEV (*Post-graduate Student*)

M.N. STEPANCEVICH (*Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor of the Department of Applied Informatics*)  
*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow*

**UNCERTAINTY IN THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT – TYPOLOGY,  
METHODS AND SYSTEM INTEGRATION**

*The article proposes a systematic model for analyzing and managing uncertainty in university information services, based on the integration of probabilistic methods, fuzzy logic, scenario analysis, and behavioral models. It is shown that hybrid approaches can increase the stability, predictability, and trustworthiness of decision support systems, ensuring adaptation to a dynamic external environment. A classification of types of uncertainty and the correspondence of effective formalization methods to each type is presented, which creates a methodological basis for the design of stable educational digital platforms.*

**Keywords:** *uncertainty; educational information systems; stochastic models; fuzzy sets; scenario analysis; epistemic uncertainty; behavioral uncertainty; digital educational services.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Atanassov K.T. et al. Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: New Challenges, Solutions and Perspectives: Selected Papers from BOS-2018, Held on September 24-26, 2018. – IWIFSGN-2018, Held on September 27-28, 2018 in Warsaw, Poland. – Springer Nature, 2020. – Т. 1081.
2. Nikulcheva O.S. Development of decision support system for quality management of university education // Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDEcK 2020). – Atlantis Press, 2020. – S. 500-505.
3. Venkatesh V. et al. Managing citizens' uncertainty in e-government services: The mediating and moderating roles of transparency and trust // Information systems research, 2016. – Т. 27. – № 1. – S. 87-111.
4. INCOSE. INCOSE systems engineering handbook. – John Wiley & Sons, 2023.
5. Böhmman T., Leimeister J.M., Möslin K. Service systems engineering: a field for future information systems research // Business & Information Systems Engineering, 2014. – Т. 6. – № 2. – S. 73-79.
6. Brozović D., Tregua M. The evolution of service systems to service ecosystems: A literature review //International journal of management reviews, 2022. – Т. 24. – № 4. – S. 459-479.

А.К. МАРИНИН

**ИНТЕГРАЦИЯ ОН-ДЕВАЙС МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОНОМНОСТИ И КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ  
В МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ**

*Современная разработка мобильных приложений сталкивается с парадигмальным сдвигом в области обработки данных, обусловленным ужесточением требований к конфиденциальности пользователей и необходимостью обеспечения функционирования в условиях нестабильного сетевого покрытия. Традиционные облачные архитектуры, зависящие от передачи данных на серверы для их обработки моделями искусственного интеллекта, демонстрируют свою ограниченность в контексте этих новых вызовов. В данной статье исследуется альтернативный подход – интеграция он-девайс моделей машинного обучения как ключевой технологии для создания автономных и безопасных мобильных решений. Проводится комплексный анализ преимуществ и проблем, связанных с выполнением выводов искусственного интеллекта непосредственно на мобильном устройстве. Основное внимание уделяется вопросам оптимизации моделей для работы в условиях аппаратных ограничений, а также влияния данного подхода на энергопотребление и быстрдействие приложения. На основе сравнительного анализа фреймворков и методологий разработки предлагается архитектурный шаблон для интеграции он-девайс ИИ в мобильные приложения, который позволяет достичь баланса между производительностью, приватностью и автономностью. Результаты работы представляют практическую ценность для разработчиков, ориентированных на создание устойчивых и соответствующих современным стандартам защиты данных приложений.*

**Ключевые слова:** он-девайс машинное обучение; мобильные приложения; искусственный интеллект; конфиденциальность данных; автономность; TensorFlow Lite; оптимизация нейронных сетей; edge computing; мобильная разработка; энергоэффективность.

©Маринин А.К., 2026

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Lane N.D., Bhattacharya S., Georgiev P. et al. DeepX: A Software Accelerator for Low-Power Deep Learning Inference on Mobile Devices // Proceedings of the 15th International Conference on Information Processing in Sensor Networks, 2016. – P. 1-12.
2. Howard A. G., Zhu M., Chen B. et al. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications // arXiv preprint arXiv:1704.04861, 2017.
3. Sandler M., Howard A., Zhu M. et al. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2018. – P. 4510-4520.
4. Tan M., Le Q.V. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks // International Conference on Machine Learning, 2019. – P. 6105-6114.
5. Han S., Mao H., Dally W. J. Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning, Trained Quantization and Huffman Coding // arXiv preprint arXiv:1510.00149, 2015.
6. Abadi M., Barham P., Chen J. et al. TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning // OSDI'16: Proceedings of the 12th USENIX conference on Operating Systems Design and Implementation, 2016. – P. 265-283.
7. Paszke A., Gross S., Massa F. et al. PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library // Advances in Neural Information Processing Systems, 2019. – Vol. 32.
8. Apple Inc. Core ML Framework Documentation, 2023 [Электронный ресурс]. – URL: <https://developer.apple.com/documentation/coreml>.
9. He K. et al. Deep Residual Learning for Image Recognition / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016. – P. 770-778.

10. Szegedy C., Liu W., Jia Y. et al. Going Deeper with Convolutions // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2015. – P. 1-9.
11. Ignatov A., Timofte R., Kulik A. et al. AI Benchmark: All About Deep Learning on Smartphones in 2019 // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops, 2019.
12. Wu C. J., Brooks D., Chen K. et al. Machine Learning at Facebook: Understanding Inference at the Edge // 2019 IEEE International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA), 2019. – P. 331-344.
13. Konečný J., McMahan H. B., Yu F. X. et al. Federated Learning: Strategies for Improving Communication Efficiency // arXiv preprint arXiv:1610.05492, 2016.
14. Cai H., Gan C., Wang T. et al. Once-for-All: Train One Network and Specialize It for Efficient Deployment // arXiv preprint arXiv:1908.09791, 2020.
15. Xu X., Ding Y., Hu S. X. et al. Scaling for Edge Inference of Deep Neural Networks // Nature Electronics, 2018. – Vol. 1(4). – P. 216-222.
16. Ravi S. ProjectionNet: Learning Efficient On-Device Deep Networks Using Neural Projections // arXiv preprint arXiv:1708.00630, 2017.

**Маринин Алексей Константинович**

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва

Бакалавр, главный инженер-программист

Тел.: 8 977 250 94 04

E-mail: aleksei.marinin247@gmail.com; orcid.org 0009-0008-0242-8074

---

A.K. MARININ (*Bachelor, Chief Software Engineer*)  
*Moscow University for Industry and Finance «Synergy», Moscow*

**INTEGRATION OF ON-DEVICE MACHINE LEARNING MODELS  
FOR ENSURING AUTONOMY AND PRIVACY IN MOBILE APPLICATIONS**

*Modern mobile application development is undergoing a paradigm shift in data processing, driven by tightening user privacy requirements and the need to ensure operation in conditions of unstable network coverage. This article explores the approach of integrating on-device machine learning models as a key technology for creating autonomous and secure mobile solutions. A comprehensive analysis of the advantages and challenges associated with performing artificial intelligence inference directly on a mobile device is conducted. Particular attention is paid to model optimization for operation under hardware constraints, as well as the impact of this approach on application power consumption and performance. Based on a comparative analysis of frameworks and development methodologies, an architectural template for integrating on-device AI into mobile applications is proposed, achieving a balance between performance, privacy, and autonomy. The results are of practical value for developers focused on creating resilient applications that comply with modern data protection standards.*

**Keyword:** *on-device machine learning; mobile applications; artificial intelligence; data privacy; autonomy; TensorFlow Lite; neural network optimization; edge computing; mobile development; energy efficiency.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Lane N.D., Bhattacharya S., Georgiev P. et al. DeepX: A Software Accelerator for Low-Power Deep Learning Inference on Mobile Devices // Proceedings of the 15th International Conference on Information Processing in Sensor Networks, 2016. – P. 1-12.
2. Howard A. G., Zhu M., Chen B. et al. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications // arXiv preprint arXiv:1704.04861, 2017.
3. Sandler M., Howard A., Zhu M. et al. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2018. – P. 4510-4520.
4. Tan M., Le Q.V. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks // International Conference on Machine Learning, 2019. – P. 6105-6114.
5. Han S., Mao H., Dally W. J. Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning, Trained Quantization and Huffman Coding // arXiv preprint arXiv:1510.00149, 2015.
6. Abadi M., Barham P., Chen J. et al. TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning // OSDI'16: Proceedings of the 12th USENIX conference on Operating Systems Design and Implementation, 2016. – P. 265-283.

7. Paszke A., Gross S., Massa F. et al. PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library // Advances in Neural Information Processing Systems, 2019. – Vol. 32.
8. Apple Inc. Core ML Framework Documentation, 2023 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://developer.apple.com/documentation/coreml>.
9. He K. et al. Deep Residual Learning for Image Recognition / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016. – P. 770-778.
10. Szegedy C., Liu W., Jia Y. et al. Going Deeper with Convolutions // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2015. – P. 1-9.
11. Ignatov A., Timofte R., Kulik A. et al. AI Benchmark: All About Deep Learning on Smartphones in 2019 // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops, 2019.
12. Wu C. J., Brooks D., Chen K. et al. Machine Learning at Facebook: Understanding Inference at the Edge // 2019 IEEE International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA), 2019. – P. 331-344.
13. Konečný J., McMahan H. B., Yu F. X. et al. Federated Learning: Strategies for Improving Communication Efficiency // arXiv preprint arXiv:1610.05492, 2016.
14. Cai H., Gan C., Wang T. et al. Once-for-All: Train One Network and Specialize It for Efficient Deployment // arXiv preprint arXiv:1908.09791, 2020.
15. Xu X., Ding Y., Hu S. X. et al. Scaling for Edge Inference of Deep Neural Networks // Nature Electronics, 2018. – Vol. 1(4). – P. 216-222.
16. Ravi S. ProjectionNet: Learning Efficient On-Device Deep Networks Using Neural Projections // arXiv preprint arXiv:1708.00630, 2017.

УДК 004.021

А.В. НИКУЛИН

### СТРАТЕГИЯ «NO SHARE CODE» КАК МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ СТОИМОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПОВЫШЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ КРИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*В статье автор предлагает и исследует стратегию «No Shared Code» (NSC) как альтернативу традиционному повторному использованию кода через общие библиотеки. Анализируются экономические и технические преимущества NSC, включая снижение затрат на координацию, ускорение циклов разработки и развертывания, повышение отказоустойчивости систем. Представлены математические модели для оценки экономической эффективности, обоснованы области применения, в первую очередь, для критически важных систем. Доказано, что NSC может быть стратегически выгоден, несмотря на кажущееся дублирование кода.*

**Ключевые слова:** оптимизация стоимости разработки; отказоустойчивость; повторное использование кода; общие зависимости; цикл разработки; координация; тестирование; критически важные системы.

© Никулин А.В., 2026

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Knight J.C., Leveson N.G. An experimental evaluation of the assumption of independence in multiversion programming // In IEEE Transactions on Software Engineering. – Vol. SE-12. – № 1. – P. 96-109. – Jan. 1986, – DOI: 10.1109/TSE.1986.6312924.
2. Kasper C., Godfrey M.W. Cloning Considered Harmful. Considered Harmful // 2006 13th Working Conference on Reverse Engineering, Benevento, Italy, 2006. – P. 19-28. – DOI: 10.1109/WCRE.2006.1.
3. Parnas D. On the Criteria To Be Used in Decomposing Systems into Modules. Communications of the ACM, 1972. – 15. – 1053. – 10.1145/361598.361623.
4. Constantine L.L., Yourdon E. Structured Design: Fundamentals of a Discipline of Computer Program and Systems Design. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1979. – 473 p. – ISBN 978-0-13-854471-3.

5. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. – O'Reilly Media, 2015. – 278 p. – ISBN 978-1491950357.
6. Hohpe G., Woolf B. Enterprise Integration Patterns: Designing, Building and Deploying Messaging Solutions, 2003. – 736 p. – ISBN 978-0321200686.
7. Brooks F.P. The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering. – Addison-Wesley, 1995. – 336 p. – ISBN 978-0201835953.
8. Cataldo M. et al. Identification of coordination requirements: Implications for the Design of collaboration and awareness tools / M. Cataldo, P. Wagstrom, J. Herbsleb, K. Carley // Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, 2006. – CSCW. – 353-362. 10.1145/1180875.1180929.
9. Manuel E. Sosa et al. (2004) The Misalignment of Product Architecture and Organizational Structure in Complex Product Development / Manuel E. Sosa, Steven D. Eppinger, Craig M. Rowles // Management Science, 2004. – 50(12):1674-1689 [Электронный ресурс]. – URL: <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.1040.0289>.
10. MacCormack Alan et al. Exploring the Duality between Product and Organizational Architectures: A Test of the Mirroring Hypothesis (January 25, 2011). Harvard Business School Technology & Operations Mgt / MacCormack Alan, Rusnak John, Y. Baldwin Carliss // Unit Research Paper № 08-039, Harvard Business School Finance Working Paper № 08-039 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ssrn.com/abstract=1104745>, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1104745>.
11. Bird Christian et al. Does Distributed Development Affect Software Quality? An Empirical Case Study of Windows Vista / Bird Christian, Nagappan Nachiappan, Devanbu Premkumar, Gall Harald, Murphy Brendan // Communications of the ACM, 2009. – 52. – 518-528. – 10.1109/ICSE.2009.5070550.
12. Данилов А.Д., Мугатина В.М. Верификация и тестирование сложных программных продуктов на основе нейросетевых моделей // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2016. – Т. 12. – № 6. – С. 62-67. – EDN XDBQQF.
13. Исходный код модели для сравнения SCS и NSC [Электронный ресурс]. – URL: <https://hub.mos.ru/avnikulin.niiaa/no-share-code-analysis> (дата обращения: 11.08.2025).
14. Пигорев Д.П. Среда Mesa для агент-ориентированного моделирования на базе Python // Искусственные общества, 2021. – Т. 16. – № 3. – DOI 10.18254/S207751800008176-2. – EDN QWBANE.

**Никулин Александр Валерьевич**

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец

Аспирант

E-mail: [avnikulin.niiaa@gmail.com](mailto:avnikulin.niiaa@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0005-8426-3629>

---

A. V. NIKULIN (*Post-graduate Student*)  
*Bunin Yelets State University, Yelets*

#### **THE «NO SHARE CODE» STRATEGY AS A METHOD OF DEVELOPMENT COST OPTIMIZATION AND IMPROVING FAULT TOLERANCE OF CRITICAL SYSTEMS**

*In this article, the author proposes and examines the "NO SHARED CODE" (NSC) strategy as an alternative to conventional code reuse through shared libraries. The economic and technical advantages of NSC are analyzed, including reduced coordination costs, faster development and deployment cycles, and improved FAULT TOLERANCE of systems. Mathematical models are presented to assess cost efficiency, and applicable domains are justified—primarily for MISSION-CRITICAL SYSTEMS. It is proven that NSC can be strategically advantageous despite the apparent code duplication.*

**Keywords:** *development cost optimization; fault tolerance; code reuse; shared dependencies; development cycle; coordination; testing; mission-critical systems.*

## BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Knight J.C., Leveson N.G. An experimental evaluation of the assumption of independence in multiversion programming // In IEEE Transactions on Software Engineering. – Vol. SE-12. – № 1. – P. 96-109. – Jan. 1986, – DOI: 10.1109/TSE.1986.6312924.
2. Kasper C., Godfrey M.W. Cloning Considered Harmful. Considered Harmful // 2006 13th Working Conference on Reverse Engineering, Benevento, Italy, 2006. – P. 19-28. – DOI: 10.1109/WCRE.2006.1.
3. Parnas D. On the Criteria To Be Used in Decomposing Systems into Modules. Communications of the ACM, 1972. – 15. – 1053. – 10.1145/361598.361623.
4. Constantine L.L., Yourdon E. Structured Design: Fundamentals of a Discipline of Computer Program and Systems Design. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1979. – 473 p. – ISBN 978-0-13-854471-3.
5. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. – O'Reilly Media, 2015. – 278 p. – ISBN 978-1491950357.
6. Hohpe G., Woolf B. Enterprise Integration Patterns: Designing, Building and Deploying Messaging Solutions, 2003. – 736 p. – ISBN 978-0321200686.
7. Brooks F.P. The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering. – Addison-Wesley, 1995. – 336 p. – ISBN 978-0201835953.
8. Cataldo M. et al. Identification of coordination requirements: Implications for the Design of collaboration and awareness tools / M. Cataldo, P. Wagstrom, J. Herbsleb, K. Carley // Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, 2006. – CSCW. – 353-362. 10.1145/1180875.1180929.
9. Manuel E. Sosa et al. (2004) The Misalignment of Product Architecture and Organizational Structure in Complex Product Development / Manuel E. Sosa, Steven D. Eppinger, Craig M. Rowles // Management Science, 2004. – 50(12):1674-1689 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.1040.0289>.
10. MacCormack Alan et al. Exploring the Duality between Product and Organizational Architectures: A Test of the Mirroring Hypothesis (January 25, 2011). Harvard Business School Technology & Operations Mgt / MacCormack Alan, Rusnak John, Y. Baldwin Carliss // Unit Research Paper № 08-039, Harvard Business School Finance Working Paper № 08-039 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ssrn.com/abstract=1104745>, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1104745>.
11. Bird Christian et al. Does Distributed Development Affect Software Quality? An Empirical Case Study of Windows Vista / Bird Christian, Nagappan Nachiappan, Devanbu Premkumar, Gall Harald, Murphy Brendan // Communications of the ACM, 2009. – 52. – 518-528. – 10.1109/ICSE.2009.5070550.
12. Danilov A.D., Mugatina V.M. Verifikacija i testirovanie slozhnyh programmyh produktov na osnove nejrosetevyh modelej // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, 2016. – T. 12. – № 6. – S. 62-67. – EDN XDBQQF.
13. Ishodnyj kod modeli dlja sravnenija SCS i NSC [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://hub.mos.ru/avnikulin.niiaa/no-share-code-analysis> (data obrashhenija: 11.08.2025).
14. Pigorev D.P. Sreda Mesa dlja agent-orientirovannogo modelirovanija na baze Python // Iskusstvennye obshhestva, 2021. – T. 16. – № 3. – DOI 10.18254/S207751800008176-2. – EDN QWBANE.

УДК 519.688

В.В. ТВЕРДОХЛЕБ, А.М. ХЛОПОВ

### ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ВИДЕОПОТОКА ЗА СЧЕТ МОДИФИКАЦИИ МЕХАНИЗМОВ КОМПРЕССИИ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

*В данной статье рассматриваются методы увеличения эффективности обработки видеопотока на этапе устранения межкадровой избыточности. В рамках этого обосновывается целесообразность использования механизма смены размерности групп кадров в качестве дополнительного инструмента как межкадровой компрессии, так и контроля уровня битовой интенсивности потока кодированных видеок кадров. Кроме того, для повышения быстродействия, а также точности выявления векторов движений в динамичных видеосценах, предлагается усовершенствование механизма сопоставления блоков путем внедрения гексагонального шаблона поиска.*

**Ключевые слова:** *видеокодирование; группа кадров; базовый кадр; видеосцена; компенсация движения; вектор движения; временная избыточность.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bai X., Wang J., Simons D. Towards temporally-coherent video matting // Proceedings of the 5th international conference on computer vision/computer graphics collaboration techniques. MIRAGE'11. – Springer-Verlag, 2011. – P. 63-74.
2. H.264: Advanced video coding for generic audiovisual services // itu.int [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.264> (дата обращения: 06.09.25).
3. H.265: High efficiency video coding // itu.int [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.265> (дата обращения: 06.09.25)
4. H.266: Universal video coding // itu.int [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.266> (дата обращения: 06.09.25)
5. Richardson I. The H.264 Advanced Video Compression Standard // Iain E Richardson, 2010.
6. Твердохлеб В.В. Способ контроля битовой скорости видеопотока в телекоммуникационных системах. – Радиоэлектроника и информатика, 2016. – № 2.

### Твердохлеб Виталий Викторович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова,  
г. Белгород  
Кандидат технических наук, доцент кафедры ПОВТАС  
Тел.: 8 980 326 71 85  
E-mail: oectannvv@gmail.com

### Хлопов Андрей Михайлович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова,  
г. Белгород  
Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ПОВТАС  
Тел.: 8 915 572 96 12  
E-mail: akhlopov2021@gmail.com

---

V.V. TVERDOXLEB (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of POVTAS*)

A.M. XLOPOV (*Candidate of Physico-mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of POVTAS  
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod*)

## INCREASING THE PRODUCTIVITY OF VIDEO STREAM PROCESSING BY MODIFYING COMPRESSION MECHANISMS IN THE TIME DOMAIN

*This article discusses methods for increasing the efficiency of video stream processing at the stage of eliminating interframe redundancy. Within this framework, the feasibility of using the frame group dimension change mechanism as an additional tool for both interframe compression and video frames stream bit intensity level control is substantiated. In addition, to improve performance and the accuracy of motion vector detection in dynamic video scenes, an improvement of the block matching mechanism is proposed by introducing a hexagonal search pattern.*

**Keywords:** video coding; group of frames; base frame; video scene; motion compensation; motion vector; temporary redundancy.

## BIBLIOGRAPHY TRANSLITERATED

1. Bai X., Wang J., Simons D. Towards temporally-coherent video matting // Proceedings of the 5th international conference on somputer vision/computer graphics collaboration techniques. MIRAGE'11. – Springer-Verlag, 2011. – P. 63-74.
2. H.264: Advanced video coding for generic audiovisual services // itu.int [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.264> (data obrashhenija: 06.09.25).
3. H.265: High efficiency video coding // itu.int [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.265> (data obrashhenija: 06.09.25)
4. H.266: Universal video coding // itu.int [Jelektronnyj resurs]. - URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.266> (data obrashhenija: 06.09.25)
5. Richardson I. The H.264 Advanced Video Compression Standard // Iain E Richardson, 2010.

6. Tverдохлеб V.V. Sposob kontrolja bitovoj skorosti videopotoka v telekommunikacionnyh sistemah. – Radioelektronika i informatika, 2016. – № 2.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

УДК 004.492.3

Д.И. ПУГАЧЕВ, П.Б. ХОРЕВ

**ОБНАРУЖЕНИЕ ИНЦИДЕНТОВ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОРРЕЛЯЦИИ  
ЗАПИСЕЙ В ЖУРНАЛАХ СИСТЕМНЫХ И СЕТЕВЫХ СЛУЖБ**

*Анализируются современные методы обработки и корреляции данных из журналов системных и сетевых служб компьютерных систем (традиционные сигнатурные и с использованием машинного обучения) и возможность их применения для обнаружения сложных многоэтапных атак.*

*Предложен комбинированный метод обнаружения инцидентов ИБ, сочетающий корреляционный анализ на основе SQL-правил, статистические методы выявления аномалий (Isolation Forest) и анализ временных рядов (модель ARIMA). Разработан многокомпонентный программный модуль, сочетающий микросервисную архитектуру на языке Java (Spring Boot) и языке Python (FastAPI), механизм динамической загрузки и выполнения правил корреляции, подсистему машинного обучения для выявления аномалий и базу знаний инцидентов на PostgreSQL. Проведенное тестирование показала эффективность предложенного решения.*

**Ключевые слова:** корреляция записей журналов системных и сетевых служб; машинное обучение; статистический анализ; программные средства обнаружения инцидентов информационной безопасности.

© Пугачев Д.И., Хорев П.Б., 2026

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Саввина Е.В. Оптимизация траектории межорбитального перелета космического аппарата: выбор начальных приближений на основе корреляционного анализа данных. – Проблемы управления, 2023. – № 4. – С. 48-56.
2. Еремеев А.П., Сергеев М.Д., Петров В.С. Интеграция методов обучения с подкреплением и нечеткой логики для интеллектуальных систем реального времени. – Программные продукты и системы, 2023. – Т. 36. – № 4. – С. 600–606.
3. Eremeev A.P., Sergeev M.D., Petrov V.S. Integrating Reinforcement Learning Methods with Neural Networks and Fuzzy Logic in Real-Time Intelligent Systems // 2024 7th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino). – Moscow, Russian Federation, 2024. – P. 1-4.
4. Liu T. Layered isolation forest: A multi-level subspace algorithm for improving isolation forest. – Neurocomputing, 2024. – Vol. 581. – P. 127525.
5. Fa. Zhu, J. Yang, Sh. Xu. Relative density degree induced boundary detection for one-class SVM // Soft Computing – A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications, 2016. – Vol. 20. – № 11. – P. 4473-4485.
6. Галимов А.Д., Стародубов М.И., Артемьева И.Л. Выявление инцидентов информационной безопасности на основе журналов событий операционной системы // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Трансформация образования, науки и производства – основа технологического прорыва: материалы международной научно-методической конференции. – В 2 ч. – Томск, 26-27.01.2023. – Ч. 1. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2023. – С. 173-176.
7. Рахметов Р. Работа с событиями аудита Windows – сбор, анализ, реагирование [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/519774/> (дата обращения: 27.08.2025).
8. Обзор брандмауэра Windows [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/security/operating-system-security/network-security/windows-firewall/> (дата обращения: 27.08.2025).

9. Настройка ведения журнала брандмауэра Windows [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/security/operating-system-security/network-security/windows-firewall/configure-logging?tabs=intune> (дата обращения: 27.08.2025).
10. Веревкин С.А., Федорченко Е.В. Сравнительный анализ баз данных MITRE ATT&CK и CAPEC // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2023. – № 4. – С. 29-39.
11. Дюсекенов Д.С., Тюменцев Е.А. Сравнительный анализ рекуррентных нейронных сетей и модели авторегрессии ARIMA при прогнозировании нестационарных временных рядов. – Прикладная математика и фундаментальная информатика, 2022. – Т. 9. – № 4. – С. 33-41.
12. Сакович В.В., Кожомбердиева Г.И., Бураков Д.П. Использование фреймворков семейства Spring Projects для разработки веб-приложений на платформе Java. – Интеллектуальные технологии на транспорте, 2023. – № 2(34). – С. 58-66.
13. FastAPI: веб-разработка на Python. – Системный администратор, 2024. – № 4(257). – С. 66-78.
14. Болдачева С.В. Использование APScheduler для автоматизированного обновления данных в веб-приложении на основе Django. – Научный альманах, 2024. – № 5-3(115). – С. 28-30.
15. Sharma Preeti Sharma P. Framework of Distributed Redis for UCWW. – International Journal of Science and Research, 2023. – Vol. 12. – № 3. – P. 1533-1534.
16. Гаунов С.Р., Баймурадов У.Г., Ситников С.Ю. Машинное обучение на Python: использование библиотек Tensorflow и Scikit-Learn. – Экономика и управление: проблемы, решения, 2024. – Т. 8. – № 12(153). – С. 72-81.
17. Архипова А.А. Прогнозирование ценовой динамики акций с помощью модели ARIMA-GARCH. – Экономика и бизнес: теория и практика, 2023. – № 6-1(100). – С. 14-17.

**Пугачев Дмитрий Игоревич**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва  
Магистрант кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: dilokil@mail.ru

**Хорев Павел Борисович**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва  
Кандидат технических наук, профессор кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта, доцент  
Тел.: 8 903 232 59 73  
E-mail: pbkh@yandex.ru

---

D.I. PUGACHYoV (*Master Student of the Department of Applied Mathematics and Artificial Intelligence*)

P.B. XOREV (*Candidate of Engineering Sciences,  
Professor of the Department of Applied Mathematics and Artificial Intelligence, Associate Professor*)  
*National Research University «MPEI», Moscow*

**DETECTION OF INFORMATION SECURITY INCIDENTS  
BASED ON CORRELATION METHODS OF RECORDS IN SYSTEM AND NETWORK SERVICE LOGS**

*The article analyzes modern methods of processing and correlating data from system and network service logs of computer systems (traditional signature-based and machine learning-based) and the possibility of their application to detect complex multi-stage attacks.*

*A combined method for detecting information security incidents is proposed, combining correlation analysis based on SQL rules, statistical methods for detecting anomalies (Isolation Forest) and time series analysis (ARIMA model). A multi-component software module has been developed that combines a microservice architecture in Java (Spring Boot) and Python (FastAPI), a mechanism for dynamic loading and execution of correlation rules, a machine learning subsystem for detecting anomalies, and an incident knowledge base in PostgreSQL. The conducted testing showed the effectiveness of the proposed solution.*

**Keywords:** *correlation of system and network service log records; machine learning; statistical analysis; software tools for detecting information security incidents.*

## BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Savvina E.V. Optimizacija traektorii mezhorbital'nogo pereljota kosmicheskogo apparata: vybor nachal'nyh priblizhenij na osnove korrelyacionnogo analiza dannyh. – Problemy upravlenija, 2023. – № 4. – S. 48-56.
2. Eremeev A.P., Sergeev M.D., Petrov V.S. Integracija metodov obuchenija s podkrepleniem i nechetkoj logiki dlja intellektual'nyh sistem real'nogo vremeni. – Programmnye produkty i sistemy, 2023. – T. 36. – № 4. – S. 600–606.
3. Eremeev A.P., Sergeev M.D., Petrov V.S. Integrating Reinforcement Learning Methods with Neural Networks and Fuzzy Logic in Real-Time Intelligent Systems // 2024 7th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino). – Moscow, Russian Federation, 2024. – P. 1-4.
4. Liu T. Layered isolation forest: A multi-level subspace algorithm for improving isolation forest. – Neurocomputing, 2024. – Vol. 581. – P. 127525.
5. Fa. Zhu, J. Yang, Sh. Xu. Relative density degree induced boundary detection for one-class SVM // Soft Computing – A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications, 2016. – Vol. 20. – № 11. – P. 4473-4485.
6. Galimov A.D., Starodubov M.I., Artem'eva I.L. Vyjavlenie incidentov informacionnoj bezopasnosti na osnove zhurnalov sobytij operacionnoj sistemy // Sovremennoe obrazovanie: integracija obrazovanija, nauki, biznesa i vlasti. Transformacija obrazovanija, nauki i proizvodstva – osnova tehnologicheskogo proryva: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii. – V 2 ch. – Tomsk, 26-27.01.2023. – Ch. 1. – Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj universitet sistem upravlenija i radioelektroniki, 2023. – S. 173-176.
7. Rahmetov R. Rabota s sobytijami audita Windows – sbor, analiz, reagirovanie [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/519774/> (data obrashhenija: 27.08.2025).
8. Obzor brandmaujera Windows [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/security/operating-system-security/network-security/windows-firewall/> (data obrashhenija: 27.08.2025).
9. Nastrojka vedenija zhurnala brandmaujera Windows [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/security/operating-system-security/network-security/windows-firewall/configure-logging?tabs=intune> (data obrashhenija: 27.08.2025).
10. Verevkin S.A., Fedorchenko E.V. Sravnitel'nyj analiz baz dannyh MITRE ATT&CK i CAPEC // Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki, 2023. – № 4. – S. 29-39.
11. Djusekenov D.S., Tjumencev E.A. Sravnitel'nyj analiz rekurrentnyh nejronnyh setej i modeli avtoregressii ARIMA pri prognozirovanii nestacionarnyh vremennyh rjadov. – Prikladnaja matematika i fundamental'naja informatika, 2022. – T. 9. – № 4. – S. 33-41.
12. Sakovich V.V., Kozhombardieva G.I., Burakov D.P. Ispol'zovanie frejmvorkov semejstva Spring Projects dlja razrabotki veb-prilozhenij na platforme Java. – Intellektual'nye tehnologii na transporte, 2023. – № 2(34). – S. 58-66.
13. FastAPI: veb-razrabotka na Python. – Sistemnyj administrator, 2024. – № 4(257). – S. 66-78.
14. Boldacheva S.V. Ispol'zovanie APScheduler dlja avtomatizirovannogo obnovenija dannyh v veb-prilozhenii na osnove Django. – Nauchnyj al'manah, 2024. – № 5-3(115). – S. 28-30.
15. Sharma Preeti Sharma P. Framework of Distributed Redis for UCWW. – International Journal of Science and Research, 2023. – Vol. 12. – № 3. – P. 1533-1534.
16. Gaunov S.R., Bajmuradov U.G., Sitnikov S.Ju. Mashinnoe obuchenie na Python: ispol'zovanie bibliotek Tensorflow i Scikit-Learn. – Jekonomika i upravlenie: problemy, reshenija, 2024. – T. 8. – № 12(153). – S. 72-81.
17. Arhipova A.A. Prognozirovanie cenovoj dinamiki akcij s pomoshh'ju modeli ARIMA-GARCH. – Jekonomika i biznes: teorija i praktika, 2023. – № 6-1(100). – S. 14-17.

УДК 004.891.3

Т.Ю. САВВА, Ю.Б. САВВА

### ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА, АНАЛИЗА И ФИЛЬТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ДЕСТРУКТИВНЫЕ ТЕКСТЫ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ И МЕССЕНДЖЕРАХ

*Особенность сообщений пользователей в социальных сетях и мессенджерах – короткая длина текста. Кроме того, авторы текстов часто пишут их с ошибками и для усложнения их лингвистического анализа обфусцируют их, т.е. перемешивая буквы русского и английского алфавитов, а также вставляя графические символы вместо букв. Перечисленные особенности текстов пользователей не позволяют в полной мере использовать для их поиска, анализа и фильтрации классические методы анализа естественно-языковых текстов, эффективно работающих с большими, грамотно написанными документами. В статье описывается технология,*

*позволяющая более эффективно находить и цензурировать деструктивные тексты сообщений в социальных сетях и мессенджерах.*

**Ключевые слова:** *анализ естественно-языковых текстов; деструктивная информация; мессенджер; обфускация текста; поиск информации; системы поддержки принятия решений (СППР); социальные сети; терроризм; Telegram; MongoDB; Platform V Pangolin DB.*

© Савва Т.Ю., Савва Ю.Б., 2026

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Badjatiya P., Gupta S., Varma V. Deep learning for hate speech detection in tweets // Proceedings of the 26th international conference on world wide web companion, Perth, Western Australia, Apr. 2017. – P. 759-760.
2. Burnap P., Williams M.L. Automated hate speech detection and the problem of offensive language // International Journal of Social Research Methodology, 2015. – Vol. 18. – № 6. – P. 675-692.
3. Cambria E. Affective computing and sentiment analysis // IEEE Intelligent Systems, 2016. – Vol. 31. – № 2. – P. 102-107.
4. Davidson T. et al. Automated hate speech detection and the problem of offensive language / T. Davidson, D. Warmsley, M. Macy, I. Weber // Proceedings of the 11th international AAAI conference on web and social media? 2017. – Vol. 11. – № 1. – P. 512-515.
5. Fortuna P., Nunes S. A survey on automatic detection of hate speech // ACM Computing Surveys (CSUR), 2018. – Vol. 51. – № 1. – P. 1-30.
6. Social Networks as the New Frontier of Terrorism; edited by L. Skaife. – London and New York: Routledge, 2017. – 216 p.
7. Warner W., Hirschberg J. Detecting hate speech on the world wide web // Proceedings of the 2012 conference on empirical methods in natural language processing, 2012. – Montreal, Canada, June, 7. – ACL. – P. 19-26.
8. Young D.G., Baumgartner F.R., Xenos M.A. Mapping the social media landscape: A guide for political communication scholars // American Behavioral Scientist, 2018. – Vol. 62. – № 7. – P. 895-912.
9. Еременко В.Т. и др. Актуальные проблемы информационного противоборства в социотехнических системах: монография. – Орел: Госуниверситет – УНПК, 2015. – 292 с. – Серия «Информационная безопасность социотехнических систем».
10. Гриняев С.Н. Поле битвы – киберпространство: Теория, приемы, средства, методы и системы ведения информационной войны. – Мн.: Харвест, 2004. – 448 с.
11. Еременко В.Т., Рязанцев П.Н. Информационное противоборство в социотехнических системах: учебное пособие. – Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2016. – 209 с.
12. Еременко В.Т., Лекарь Л.А. Методы сбора и обработки данных мониторинга терроризма и экстремизма в социальных сетях // Информационные системы и технологии, 2025. – № 5(151). – С. 63-69.
13. Ивановский В.С. и др. Роль нейронных сетей в социальных сетях. Анализ профиля пользователя и его поведения / В.С. Ивановский, Д.А. Изория, М.С. Спиринов, В.О. Шатилов // Информационные системы и технологии, 2025. – № 2(148). – С. 75-81.
14. Никольская А.Г., Савва Ю.Б. О проблеме вскрытия обфусцированных русскоязычных текстов участников виртуальных социальных сетей // Информационные системы и технологии, 2016. – № 6(98). – С. 44-55.
15. Савва Ю.Б., Никольская А.Г. Программа вскрытия обфусцированных текстов сообщений участников виртуальных социальных сетей: а.с. № 20166618638 Рос. Федерация; заявл. 08.08.2016; опубл. 05.10.2016. – 1 с.
16. Савва Ю.Б., Мекшенева А.А. Программа машинного обучения для автоматизации процесса обработки обфусцированных текстов сообщений участников виртуальных социальных сетей: а.с. № 2016661295 Рос. Федерация; заявл. 08.08.2016; опубл. 05.10.2016. – 1 с.

17. Роговский Е.А. Кибер-Вашингтон: глобальные амбиции. – М.: Международные отношения, 2014. – 848 с.
18. Савва Ю.Б. Система поддержки принятия решений для идентификации лиц, ведущих противоправную и деструктивную деятельность в виртуальных социальных сетях, «НЕВОД-ВСС» // Охрана, безопасность, связь, 2018. – Т.1. – № 3(3). – С. 221-278.
19. Остапенко А.Г. и др. Социальные сети и деструктивный контент. – М.: Горячие линии – Телеком, 2018. – 276 с. – Серия «Теория сетевых войн». – Вып. 3.
20. Шмидт Э., Коэн Дж. Новый цифровой мир. Как технологии меняют жизнь людей, модели бизнеса и понятие государств; пер. с англ. С. Филина. – М: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 368 с.

**Савва Татьяна Юрьевна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационной безопасности  
Тел.: 8 906 664 61 61  
E-mail: t.savva@mail.ru

**Савва Юрий Болеславович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационной безопасности  
Тел.: 8 906 664 61 61  
E-mail: su\_fio@mail.ru

---

T.Yu. SAVVA (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information Security*)

Yu.B. SAVVA (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information Security*)  
*Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel*

**TECHNOLOGY FOR SEARCHING, ANALYZING AND FILTERING INFORMATION CONTAINING  
DESTRUCTIVE TEXTS IN SOCIAL NETWORKS AND MESSENGERS**

*A feature of user messages in social networks and instant messengers is their short length. In addition, the authors of the texts often write them with errors and, to complicate their linguistic analysis, obfuscate them, i.e. mixing letters of the Russian and English alphabets, as well as inserting graphic symbols instead of letters. The listed features of user texts do not allow for the full use of classical methods of analyzing natural language texts for their search, analysis and filtering, which effectively work with large, competently written documents. The article describes a technology that allows for more effective finding and censoring destructive texts of messages in social networks and instant messengers.*

**Keywords:** *natural language (NLP); destructive information; messenger; text obfuscation; information retrieval; decision support systems (DSS); online social networks (ONS); terrorism; Telegram; MongoDB; Platform V Pangolin DB.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Badjatiya P., Gupta S., Varma V. Deep learning for hate speech detection in tweets // Proceedings of the 26th international conference on world wide web companion, Perth, Western Australia, Apr. 2017. – P. 759-760.
2. Burnap P., Williams M.L. Automated hate speech detection and the problem of offensive language // International Journal of Social Research Methodology, 2015. – Vol. 18. – № 6. – P. 675-692.
3. Cambria E. Affective computing and sentiment analysis // IEEE Intelligent Systems, 2016. – Vol. 31. – № 2. – P. 102-107.
4. Davidson T. et al. Automated hate speech detection and the problem of offensive language / T. Davidson, D. Warmsley, M. Macy, I. Weber // Proceedings of the 11th international AAAI conference on web and social media? 2017. – Vol. 11. – № 1. – P. 512-515.
5. Fortuna P., Nunes S. A survey on automatic detection of hate speech // ACM Computing Surveys (CSUR), 2018. – Vol. 51. – № 1. – P. 1-30.
6. Social Networks as the New Frontier of Terrorism; edited by L. Skaife. – London and New York: Routledge, 2017. – 216 p.

7. Warner W., Hirschberg J. Detecting hate speech on the world wide web // Proceedings of the 2012 conference on empirical methods in natural language processing, 2012. – Montreal, Canada, June, 7. – ACL. – P. 19-26.
8. Young D.G., Baumgartner F.R., Xenos M.A. Mapping the social media landscape: A guide for political communication scholars // American Behavioral Scientist, 2018. – Vol. 62. – № 7. – P. 895-912.
9. Eremenko V.T. i dr. Aktual'nye problemy informacionnogo protivoborstva v sociotekhnicheskikh sistemah: monografija. – Orel: Gosuniversitet – UNPK, 2015. – 292 s. – Serija «Informacionnaja bezopasnost' sociotekhnicheskikh sistem».
10. Grinjaev S.N. Pole bitvy – kiberprostranstvo: Teorija, priemy, sredstva, metody i sistemy vedenija informacionnoj vojny. – Mn.: Harvest, 2004. – 448 s.
11. Eremenko V.T., Rjazancev P.N. Informacionnoe protivoborstvo v sociotekhnicheskikh sistemah: uchebnoe posobie. – Orel: OGU imeni I.S. Turgeneva, 2016. – 209 s.
12. Eremenko V.T., Lekar' L.A. Metody sbora i obrabotki dannyh monitoringa terrorizma i jekstremizma v social'nyh setjah // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2025. – № 5(151). – S. 63-69.
13. Ivanovskij V.S. i dr. Rol' nejronnyh sestej v social'nyh setjah. Analiz profilja pol'zovatelja i ego povedenija / V.S. Ivanovskij, D.A. Izorija, M.S. Spirin, V.O. Shatilov // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2025. – № 2(148). – S. 75-81.
14. Nikol'skaja A.G., Savva Ju.B. O probleme vskrytija obfuscirovannyh russkojazychnyh tekstov uchastnikov virtual'nyh social'nyh setej // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2016. – № 6(98). – S. 44-55.
15. Savva Ju.B., Nikol'skaja A.G. Programma vskrytija obfuscirovannyh tekstov soobshhenij uchastnikov virtual'nyh social'nyh setej: a.s. № 20166618638 Ros. Federacija; zajavl. 08.08.2016; opubl. 05.10.2016. – 1 s.
16. Savva Ju.B., Meksheneva A.A. Programma mashinnogo obuchenija dlja avtomatizacii processa obrabotki obfuscirovannyh tekstov soobshhenij uchastnikov virtual'nyh social'nyh setej: a.s. № 2016661295 Ros. Federacija; zajavl. 08.08.2016; opubl. 05.10.2016. – 1 s.
17. Rogovskij E.A. Kiber-Vashington: global'nye ambicii. – M.: Mezhdunarodnye otnoshenija, 2014. – 848 s.
18. Savva Ju.B. Sistema podderzhki prinjatija reshenij dlja identifikacii lic, vedushhij protivopravnuju i destruktivnuju dejatel'nost' v virtual'nyh social'nyh setjah, «NEVOD-VSS» // Ohrana, bezopasnost', svjaz', 2018. – T.1. – № 3(3). – S. 221-278.
19. Ostapenko A.G. i dr. Social'nye seti i destruktivnyj kontent. – M.: Gorjachie linii – Telekom, 2018. – 276 s. – Serija «Teorija setevyh vojn». – Vyp. 3.
20. Shmidt Je., Kojen Dzh. Novyj cifrovoj mir. Kak tehnologii menjajut zhizn' ljudej, modeli biznesa i ponjatje gosudarstv; per. s angl. S. Filina. – M: Mann, Ivanov i Ferber, 2013. – 368 s.

**ТРЕБОВАНИЯ**  
**к оформлению статьи для опубликования в журнале**  
**«Информационные системы и технологии»**

**ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах **формата А4** и содержит от **4 до 9 страниц**; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.

В одном сборнике может быть опубликована только **одна** статья **одного** автора, включая соавторство.

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки – РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

Помимо статьи авторы должны представить заключение о возможности открытого опубликования статьи.

**ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ**

Научная статья, предоставляемая в журналы, должна иметь следующие **обязательные** элементы:

- постановка проблемы или задачи в общем виде;
- анализ достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы или задачи, на которые опирается автор, выделение научной новизны;
- исследовательская часть;
- обоснование полученных результатов;
- выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления;
- библиография.

**Все статьи проходят проверку на антиплагиат (Antiplagiat.ru). Минимально допустимый уровень оригинальности статьи составляет 70%. Статьи с более низким уровнем отправляются авторам на доработку.**

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ**

Статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и вверху – 2 см.

**Обязательные элементы:**

- **УДК**
- **заглавие (на русском и английском языках)**
- **аннотация (на русском и английском языках)**
- **ключевые слова (на русском и английском языках)**
- **список литературы**, на которую автор ссылается в тексте статьи.

**ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ, ФОРМУЛЫ**

Все таблицы, рисунки и основные формулы, приведенные в тексте статьи, должны быть пронумерованы.

**Формулы** следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 с размерами: обычный шрифт – 12 pt, крупный индекс – 10 pt, мелкий индекс – 8 pt. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!** Русские и греческие буквы, а также обозначения тригонометрических функций набираются прямым шрифтом, латинские буквы – *курсивом*.

**Рисунки** и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Рисунки, число которых должно быть логически оправданным, представляются в виде отдельных файлов в формате \*.eps (Encapsulated PostScript) или TIF размером не менее 300 dpi.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

В конце статьи приводятся набранные 10 pt сведения об авторах в такой последовательности: фамилия, имя, отчество (полуужирный шрифт); учреждение или организация, ученая степень, ученое звание, должность, адрес, телефон, электронная почта (обычный шрифт).

**Фамилии авторов печатаются в алфавитном порядке, независимо от вклада в работу.**